

Conseil Exécutif des Transports
Urbains de Dakar (CETUD)
Route de Front de Terre, B.P. 17 265 Dakar-Liberté
Tél. n° (221) 859 47 20 - Fax n° (221) 832 47 44
E-mail.: cetud@telecomplus.sn

Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100, N-2027 Kjeller, Norvège
Tél. n° (47) 63898000 – Fax n° (47) 63898050
e-mail: cbg@nilu.no



FINANCE PAR: Fonds Nordique de Développement	Rapport de projet	
Projet:	MISE EN PLACE D'UN LABORATOIRE CENTRAL ET D'UN RÉSEAU DE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR À DAKAR	
Accord:	NO 003/C/FND/05	

Programme de contrôle de la Qualité de l'Air à Dakar

Résultat de l'étude de conception

Bjarne Sivertsen

RAPORT NO:	4a / 4b
REFERENCE CONSULTANTS:	O-105010 OR 71/2006
REV. NO:	Version 1 (07.06.2006)
NOM DE LA TACHE	Conception d'un réseau de surveillance de la Qualité de l'Air
ISBN:	82-425-1799-1

Table des matières

	Page
1 Introduction.....	2
2 Objectifs du contrôle	2
3 Conception du réseau de contrôle	3
3.1 Information de base	4
3.1.1 Vents dominants.....	4
3.1.2 Sources.....	6
3.2 Sélection des sites	7
3.2.1 Sites permanents	7
3.2.2 Représentativité des sites	7
3.3 Paramètres et indicateurs de la pollution de l'air	9
3.3.1 Valeurs limites de la qualité de l'Air au Sénégal.....	10
3.3.2 Indicateurs choisis pour Dakar.....	10
3.4 Mesures météorologiques	11
4 Les sites et indicateurs retenus pour Dakar	11
4.1 Station urbaine en bord de route, Centre ville de Dakar	13
4.1.1 Alternative 1: Boulevard de la République.....	13
4.1.2 Alternative 2: Place de Soweto	13
4.2 Station urbaine de fond en bord de route, quartier Médina	14
4.3 Station urbaine de fond au Nord de Dakar	15
4.4 Station urbaine industrielle, près de la zone de Bel-Air	15
4.4.1 Alternative 1: Gendarmerie Av. Felix Eboué	15
4.4.2 Alternative 2: Caserne du Potou de Bel-Air	16
4.5 Station régionale de fond, sur la côte nord	17
4.5.1 Alternative 1: Club BCEAO dans le quartier de Yoff.....	17
4.5.2 Alternative 2: Le Golf club du Méridien	17
4.6 Emplacements possibles pour les échantillonneurs PM ₁₀ /PM _{2,5}	18
4.6.1 Marché Sandaga.....	19
4.6.2 Université.....	19
4.6.3 Quartier Gibraltar.....	19
4.6.4 Secteur de Pikine.....	20
4.6.5 Place de l'OUA	20
4.7 Résumé	20
5 Spécifications techniques des équipements.....	22
5.1 L'Abri	22
5.2 Moniteurs automatiques disponibles	23
5.3 Système de transfert des données	25
5.4 Laboratoire de calibrage	25
6 Références.....	26

Programme de contrôle de la Qualité de l'Air à Dakar

1 Introduction

Ce rapport couvre trois sous-tâches du projet, notamment: 4.1- Définition des objectifs du programme de mesurage, 4. 2- Conception du réseau de mesurage et 4.3- Zones de contrôle et stations de mesure; et correspond aux rapports: 4a "Objectifs du programme de mesurage et conception du réseau de mesure" et 4b "Rapport descriptif des sites des stations du réseau de mesure final".

Une importante partie du développement et de la conception de programmes de contrôle de la qualité de l'air en milieu urbain consiste en l'identification des problèmes liés à pollution de l'air, au niveau de ses sources comme de ses impacts.

Les données sur la pollution de l'air ambiant qui ont été utilisées pour la conception d'un programme de contrôle de la qualité de l'air à Dakar sont extraites :

- De mesures antérieures de la qualité de l'air
- De données météorologiques pour Dakar
- De quelques informations sur les sources de pollution de l'air
- D'une étude préalable d'évaluation de l'état de la pollution de l'air
- D'une étude d'évaluation de l'état de la pollution de l'air à Dakar, à partir de mesures de polluants aériens.

La sélection de sites de mesure se réfère également à une documentation de base sur la conception de réseaux de mesure de la qualité de l'air (voir Note du 25 février 2006). Le choix final de sites pour le contrôle permanent de la qualité de l'air à Dakar a été effectué pendant les études de terrain qui ont eu lieu du 28 février au 1 mars 2006. La conception du système de suivi inclut également une définition claire des objectifs du programme de contrôle de la qualité de l'air. Pour atteindre les objectifs définis ci-dessous, les sites choisis devront être permanents et fonctionnels durant un certain nombre d'années. Les Termes de Référence fixaient au nombre de cinq les stations permanentes de contrôle de la qualité de l'air.

Ce rapport est aussi écrit en anglais (NILU OR 37/2006).

2 Objectifs du contrôle

La conception du programme de contrôle de la qualité de l'air sera dépendante des objectifs qui lui seront assignés. Quelles sont les résultats attendus de l'activité de contrôle ? Quels problèmes devons-nous aborder?

La définition des résultats permettra d'optimiser les ressources utilisées pour le contrôle et de s'assurer que le réseau est conçu pour la gestion de problèmes spécifiques actuels.

Si on se réfère aux résultats des études d'évaluation effectuées à Dakar, ainsi qu'aux termes de références du projet, l'objectif général du programme de mesure de la qualité de l'air est de caractériser la situation spécifique de la pollution de l'air dans la zone de Dakar et de quantifier l'importance relative des émissions de trafic par rapport à toutes les autres sources d'émissions.

Plus précisément, les objectifs du programme de contrôle de la qualité de l'air à Dakar sont de :

- Faciliter les mesures des concentrations de fond,
- Etablir les niveaux actuels comme une référence pour l'évaluation de la qualité de l'air,
- Surveiller la qualité de l'air par rapport aux standards ou valeurs limites,
- Détecter l'importance des sources individuelles,
- Permettre la comparaison avec des données sur la qualité de l'air relatives à d'autres secteurs ou pays,
- Collecter des données pour la gestion de la qualité de l'air, la planification du trafic et des aménagements fonciers,
- Observer les tendances liées aux émissions,
- Vérifier l'impact des mesures prises pour réduire la pollution,
- Développer des stratégies de réduction de la pollution,
- Déterminer l'exposition de la population et évaluer les effets de la pollution de l'air sur la santé, la végétation ou les matériaux de construction,
- Sensibiliser le public sur la qualité de l'air et,
- Faciliter l'identification des sources de pollution et l'évaluation de leur contribution à la qualité de l'air,
- Contribuer à l'élaboration d'une réglementation en rapport avec les valeurs limites et les directives sur la qualité de l'air

Les utilisateurs que sont la DEEC et le CETUD, qui auront besoin de l'information qui sera collectée à Dakar, seront impliqués dans la phase finale de la conception du réseau de mesure, afin de non seulement de s'assurer que le suivi mis en œuvre répondra à leurs besoins, mais aussi pour valider l'engagement des ressources nécessaires.

3 Conception du réseau de contrôle

Le nombre de stations de mesure et les indicateurs à mesurer sur chaque station ont été déterminés sur la base d'une analyse des sources d'émissions et des vents dominants. Les principaux polluants mesurés pendant les études d'évaluation de l'état de la pollution de l'air ont également été retenus comme éléments de base pour la conception.

Maintenant que les objectifs de contrôle et d'échantillonnage de la pollution de l'air ambiant sont bien définis, un certain ordre opérationnel doit être respecté. C'est à partir

de la meilleure définition possible du problème de la pollution de l'air, associée à une analyse du personnel, du budget et des équipements disponibles, que l'on pourra répondre aux questions suivantes:

1. Quelle est la densité spatiale nécessaire pour les stations de prélèvement?
2. Combien de stations de prélèvement sont nécessaires?
3. Où devraient être placées les stations?
4. Quel genre d'équipement devrait être utilisé?
5. Combien d'échantillons sont nécessaires, et pendant quelle période?
6. Quel devrait être en moyenne le temps et la fréquence de prélèvement (d'échantillonnage)?
7. Quelle information complémentaire de base est nécessaire:
 - Météorologie,
 - Topographie,
 - Densité de la population,
 - Sources d'émissions et débit d'émissions
 - Effets et impacts, sur quoi? etc.?
8. Quelle est la meilleure manière de collecter les données (configuration des capteurs et des stations)?
9. Comment les données seront-elles accessibles, traitées et utilisées?

La plupart de ces questions ont été abordées lors des études d'évaluation de l'état de la pollution de l'air (Sivertsen et al., 2006). Les réponses qui y sont apportées sont spécifiques à chaque cas.

3.1 Information de base

Avant de débiter la conception du réseau de contrôle il était important de collecter l'information existante sur la qualité de l'air et la météorologie à Dakar. Les sites de mesure identifiés seront évalués sur la base de l'information disponible provenant des:

- Etudes d'évaluation de l'état de la pollution de l'air,
- Objectifs du contrôle,
- Sources d'émission,
- Conditions météorologiques, vents dominants,
- Autres types de données existantes.

Les sites de mesure peuvent couvrir des secteurs de natures différentes : micro-environnements, stations de fond, secteurs résidentiels, zones urbaines, rues ou zone d'impact maximal.

3.1.1 Vents dominants

Les données sur les vents se réfèrent aux mesures effectuées par le CERER à Dakar et aux données issues de modèles de prévisions météorologiques pour l'Afrique Occidentale.

Les distributions des fréquences des vents au CERER pendant les mois d'hiver 2005 montrent un vent nord dominant sur Dakar (Figure 1).

Pendant l'été les vents sont plus de direction ouest comme le montre la Figure 2, basée sur des données de prévision météorologique.

Le profil vertical de température réalisé le 3 juin 2005 par la Direction de la Météorologie Nationale (Figure 2) révèle une forte inversion de jour au-dessus de Dakar. La hauteur de cette inversion est à environ 500 m au-dessus de la surface.

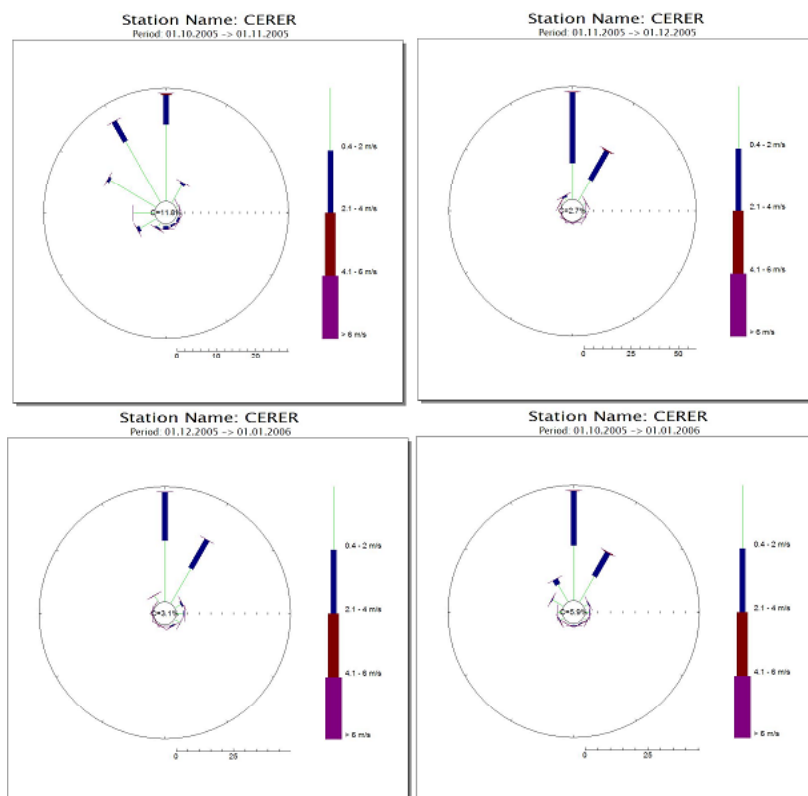


Figure 1: Distributions de fréquence de vent basées sur des données collectées au CERER à Dakar du 1 octobre au 31 décembre 2005.

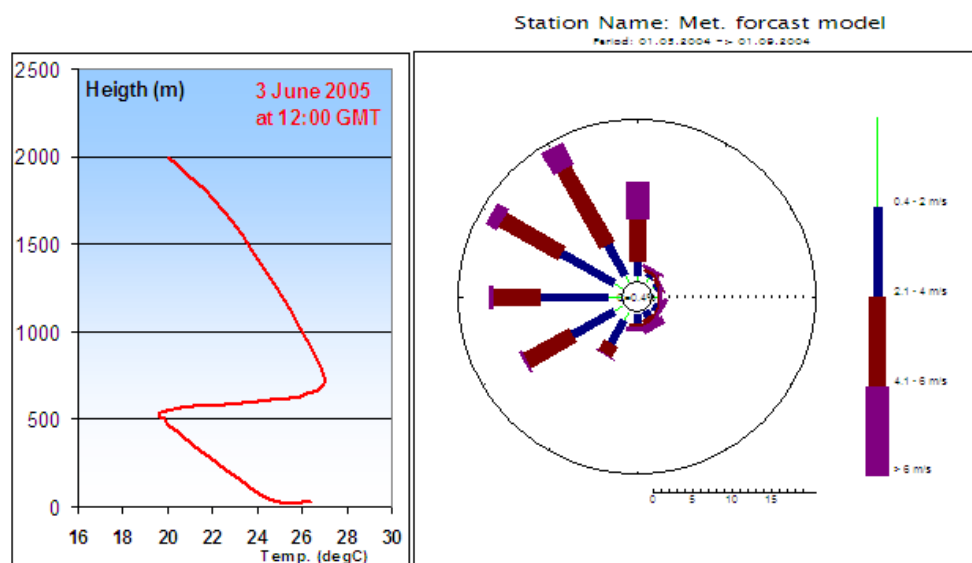


Figure 2: Profil vertical de température mesuré au service Météorologique à Dakar et la fréquence de vent observée du 1 mai au 1 septembre sur la base des modèles de prévisions météorologiques.

3.1.2 Sources

Les principales sources de pollution de l'air à Dakar semblent être le trafic, les industries et la poussière de fond.

Les sources peuvent être divisées en trois catégories.

- Les émissions de la circulation routière sont traitées comme des sources linéaires.
- Les émissions d'activités spécifiques d'une certaine taille, comme des industries, la production d'énergie etc..., à partir de cheminées simples, sont traitées comme des sources ponctuelles.
- Les émissions relatives à la combustion de déchets en plein air; des services publics et privés et des activités agricoles sont traités comme des sources surfaciques.

Les émissions à l'intérieur de Dakar proviennent principalement du trafic. De façon générale il semble que les embouteillages sur certaines routes principales engendrent des émissions élevées de CO. La forte densité du trafic sur les routes principales engendre aussi d'importantes émissions de NO_x et de particules. Ces émissions devront être traitées comme des sources linéaires en se basant sur les descriptions physiques des routes, une information sur le flux de trafic (nombre de véhicules, répartition des véhicules par catégorie) et les facteurs d'émission du trafic. Une partie de ce travail de caractérisation du trafic est en cours.

Les zones industrielles, plus particulièrement celles qui sont implantées dans la partie orientale de la ville (par exemple la zone des Grands Moulins) sont des sources d'émissions de PM, SO₂, COV et NO_x.

L'activité générale de la ville semblent produire des niveaux de fond élevés de particules suspendues. Les données collectées lors des études préliminaires ont montré que la combustion en plein air et les diverses activités polluantes à l'intérieur et à l'extérieur de la ville de Dakar peuvent influencer sur le niveau global de pollution.

Dans quelques cas également le transport de poussière provenant de sources à l'extérieur du Sénégal (le vent de poussière du désert) peut contribuer aux hautes concentrations de PM observées dans la ville.

Il sera important, dans la conception du programme de mesure, de prendre en compte l'importance relative de ces sources.

3.2 Sélection des sites

3.2.1 Sites permanents

Le programme de contrôle de la qualité de l'air à Dakar fournira l'information nécessaire pour l'évaluation de la qualité de l'air à Dakar et la réalisation des objectifs définis dans le Chapitre 2. Plusieurs de ces objectifs exigent que les sites de mesure soient érigés en sites permanents. S'ils doivent être changés ou déplacés ils ne fourniront pas d'information sur les tendances et ils ne pourront pas rendre compte de l'impact des actions ou de la variation des émissions dans le temps.

Le budget disponible ne permet d'établir qu'un nombre limité de sites permanents. Il est donc nécessaire de veiller à ce que les sites fixes couvrent les différents types de micro-environnements. Pour atteindre les objectifs d'évaluation de l'impact sur la santé ils devront aussi être représentatifs de la pollution de l'air dans les secteurs où la population réside. Toutes ces questions ont été prises en compte dans le schéma présenté ci-dessous.

Pour vérifier que les sites fixes choisis répondent aux objectifs du programme, il sera possible à l'avenir d'effectuer des études de terrain spécifiques en utilisant de simples échantillonneurs passifs peu coûteux pour dresser la carte de la distribution de la concentration à Dakar. Une telle étude a été réalisée avant la conception du programme de contrôle (Sivertsen et al., 2006).

3.2.2 Représentativité des sites

Les quelques stations de mesure du programme de suivi devront caractériser la qualité de l'air dans la zone entière. Les secteurs sont généralement divisés en secteurs urbains, de banlieue et de fond (ruraux). Des mesures devraient être effectuées dans divers micro-environnements de ces secteurs, où les gens résident et se déplacent. Dans un programme typique de mesure de pollution atmosphérique urbaine les micro-environnements choisis sont souvent classifiés comme suit:

- Trafic urbain,
- Urbain commercial,
- Urbain de fond,

- Suburbain (trafic et industrie)
- Sites Ruraux (zone de fond).

Il est essentiel que les données collectées par chaque échantillonneur soient représentatives de l'emplacement et du type de secteur sans influence excessive de l'environnement immédiat. Il faudra tenir compte, en mesurant la qualité de l'air ou en analysant les résultats de mesures, du fait que les données que l'on observe représentent la somme des impacts ou des contributions provenant de sources différentes à des échelles différentes.

A n'importe quel point de mesure dans la zone urbaine la concentration ambiante totale est une somme de:

- La concentration naturelle de fond,
- La concentration régionale de fond,
- Une concentration moyenne de fond en ville (impact à l'échelle du kilomètre),
- L'impact local du trafic au niveau des rues et des routes,
- Des impacts locaux de petites sources d'émissions surfaciques comme la combustion en plein air (déchets et cuisson),
- L'impact des grandes sources d'émissions ponctuelles comme les émissions industrielles et les centrales électriques.

Pour obtenir des informations sur l'importance de ces différentes contributions il est donc nécessaire de placer les stations de contrôle de telle sorte qu'elles soient représentatives des différents impacts. Nous aurons souvent besoin, en plus des données sur la pollution de l'air, de données météorologiques pour identifier et quantifier les sources contribuant aux mesures. Il est aussi important de caractériser soigneusement la représentativité des sites de contrôle et de spécifier au niveau de quel type de station ont été collectées les données que nous analyserons.

- La classification de stations de mesure distingue 3 types de secteurs : urbain, suburbain et rural.
- Dans chacun de ces secteurs il peut y avoir 3 types de stations : station de trafic, station industrielle et station de fond.
- Les stations de fond sont divisées en : stations périphériques de fond, stations régionales de fond et stations distantes de fond.

Le Tableau ci-dessous donne une description de ces secteurs :

Table 1: Classification typique des secteurs de micro-environnements dans les programmes de contrôle de la qualité de l'air (EU, 2001 ; Larssen et al., 1999).

Type de secteur/zone	Description	Type de station
Urbaine	Zone de constructions continues	Trafic
Péri-urbaine	Zone de constructions denses: bâtiments indépendants associées avec des zones non construites	Industrielle
Rurale	Zones ne répondant pas aux critères urbains /péri-urbains	De fond : - Périphérique - Régionale - Distant

En étudiant l'emplacement de chaque échantillonneurs, on veillera à ce que les données collectées soient représentatives de l'emplacement et du type de secteur, sans influence excessive de l'environnement immédiat.

3.3 Paramètres et indicateurs de la pollution de l'air

Il n'est pas possible de mesurer tous les polluants présents dans l'atmosphère urbaine. Nous devons donc choisir quelques indicateurs qui devront représenter un ensemble de paramètres qui reflètent l'état de l'environnement. Ils devront permettre l'évaluation de tendances et d'évolutions et constitueront la base des études d'impact humain et environnemental. Par ailleurs, ils devront constituer des références pertinentes pour le processus de prise de décision et être suffisamment sensibles pour une utilisation dans le cadre de systèmes d'alerte environnementale.

Les paramètres de la qualité de l'air retenus sont liés aux polluants de l'air pour lesquels des directives sur la qualité de l'air sont disponibles. Les corrélations entre les indicateurs et d'autres composés en rapport peuvent varier de région en région en raison des différences de profils de source d'émission.

Les autorités locales et régionales utilisent ces indicateurs environnementaux comme une base pour la conception de programmes de contrôle et de surveillance et pour établir l'état de l'environnement.

Les indicateurs de la qualité de l'Air doivent :

- Fournir une vue d'ensemble,
- Etre faciles à interpréter,
- Rendre compte des variations,
- Permettre des comparaisons internationales,
- Etre en mesure de faire apparaître les tendances temporelles.

3.3.1 Valeurs limites de la qualité de l’Air au Sénégal

Les valeurs limites de la qualité de l'air établies par le gouvernement de Sénégal doivent être prises en compte dans la conception du programme de contrôle de qualité de l'air.

Table 2: Valeurs limites de la qualité de l’Air pour OMS et le Sénégal.

Polluant	Temps moyen	Valeur Limite Maximum	
		OMS	Sénégal
Dioxyde de soufre(SO ₂)	1 heure	500 (10 min)	-
	24 heures	125	125
	Année	50	50
Dioxyde d’azote(NO ₂)	1 heure	200	200
	Année	40-50	40
Ozone (O ₃)	1 heure	150-200	-
	8 heures	120	120
Monoxyde de Carbone (CO)	1 heure	30 000	-
	8 heures	10 000	30 000 (24h)
Particules <10 µm (PM10)	24 heures	50 *	260
	Année	20 *	80
Plomb (Pb)	Année	0.5-1,0	2

* Valeurs limites UE

3.3.2 Indicateurs choisis pour Dakar

Les composants ou indicateurs retenus pour Dakar sont:

- Dioxyde d’azote (NO₂),
- Dioxyde de soufre (SO₂),
- Monoxyde de Carbone (CO),
- Particules avec un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (PM₁₀) et 2,5 µm (PM_{2,5}),
- Ozone (O₃).
- BTEX (recommandé à la place des COV)

Au niveau international :

- L’ US EPA considère les cinq premiers composants cités ci-dessus comme polluants de premier ordre (US EPA, 1990).
- Les Directives de l’Union Européenne sur la Qualité de l’air leur attribuent des valeurs limites spécifiques pour la protection de la santé et de l’environnement (EU, 2005).

- Les trois premiers composants sont ciblés dans les valeurs limites de la pollution de l'air ambiant établies par la Banque Mondiale.
- Les directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2005) incluent ces indicateurs.

Dans les termes de références du projet d'autres indicateurs ont été suggérés tels que:

Les Composants Organiques Volatiles (COV)
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH)
Plomb (Pb)

Au lieu d'échantillonner les COV par des analyses par chromatographie gazeuse en laboratoire, BTEX peuvent être mesurés avec des moniteurs automatiques : nous avons choisi cette option.

PAH requiert des échantillonneurs à grand volume et peut simplement être échantillonné de façon intermittente. Le benzo [a] pyrène (BaP) est un des composants du PAH qui peut présenter un intérêt spécifique. Dans ce cas les filtres doivent être acheminés vers un laboratoire chimique pour des analyses séparées.

3.4 Mesures météorologiques

Un programme de gestion et de contrôle de la pollution de l'air n'est pas complet sans données météorologiques. Le programme de contrôle de la qualité de l'air urbain à Dakar aura besoin d'au moins une station météorologique pour la collecte de données météorologiques locales et micro. Ces données seront utilisées pour l'évaluation et l'analyse de qualité de l'air ainsi que pour la modélisation de la qualité de l'air et l'identification des sources d'impact.

Une mesure permanente de données météorologiques sera effectuée dans la zone de Dakar, au niveau d'une station équipée d'un mât de 10 mètres de haut. Elle comprendra des capteurs pour les plus importants paramètres tels que:

- Vitesse et direction du vent,
- Températures ou gradients de température verticale,
- Radiation Nette,
- Fluctuations du vent ou turbulence,
- Précipitation,
- Humidité Relative, et
- Pression Atmosphérique

4 Les sites et indicateurs retenus pour Dakar

Les deux campagnes d'évaluation de l'état de la pollution de l'air entreprises par NILU (Laupsa et al., 2005 ; Sivertsen et al., 2006) et diverses études antérieures, donnent une bonne connaissance des spécificités du problème de la pollution de l'air à Dakar.

Conformément aux termes de référence seulement cinq stations de contrôle de qualité de l'air seront établies. Il s'agit donc de les utiliser de la façon la plus optimale possible.

En plus de ces cinq stations de contrôle automatique, nous devons aussi inclure quelques échantillonneurs manuels ou semi-automatiques qui permettront de prendre en compte certains micro-environnements et les secteurs très peuplés : ils seront indispensables pour l'établissement de la carte de l'état de la pollution de l'air, et le suivi des particules suspendues qui ont été identifiées comme constituant un problème majeur à Dakar. Il existe des échantillonneurs relativement peu coûteux qui pourront être utilisés pour atteindre ces objectifs.

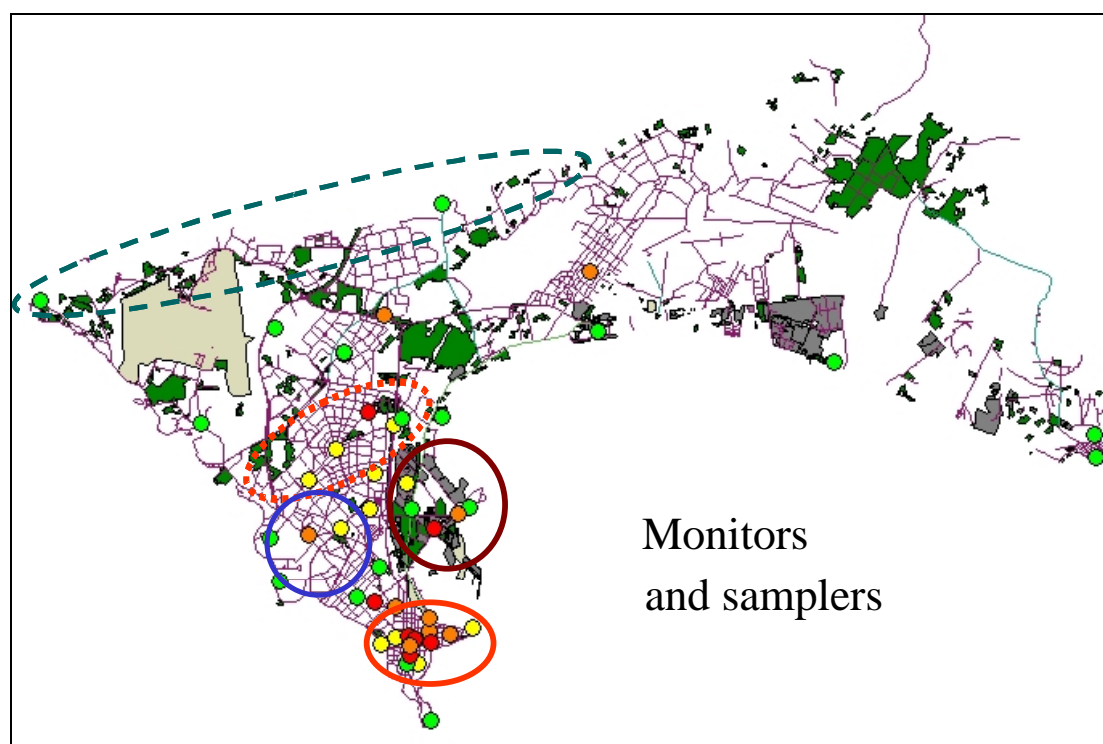


Figure 3: Secteurs d'implantation de stations de suivi de la qualité de l'air.

Sur la base des études préliminaires, cinq secteurs principaux ont été définis pour l'implantation des stations automatiques de contrôle. Il s'agit (Figure 1):

- Du centre commercial de la ville de Dakar (station urbaine en bord de route)
- Du secteur de la Médina (station urbaine de fond en bord de route)
- Du nord de la ville de Dakar (station urbaine de fond)
- Du secteur de Bel Air, à l'est de Dakar (station industrielle)
- De la côte nord (station régionale de fond située au vent par rapport à la ville)

Il est proposé de transformer "la station mobile" prévue dans les Termes de références en une station permanente afin de renforcer la cohérence du dispositif de mesures continues de la qualité de l'air à Dakar.

Les résultats des études de diagnostic indiquant que les particules fines (PM) sont le principal problème de la pollution de l'air à Dakar, trois échantillonneurs de PM₁₀/PM_{2,5} (un échantillonneur séquentiel et deux à commande manuelle) ont été ajoutés au réseau de contrôle.

4.1 Station urbaine en bord de route, Centre ville de Dakar

4.1.1 Alternative 1: Boulevard de la République

Le meilleur emplacement d'une station de contrôle permanente dans le centre ville urbain de Dakar serait situé à proximité de la Cathédrale, sur le Boulevard République.

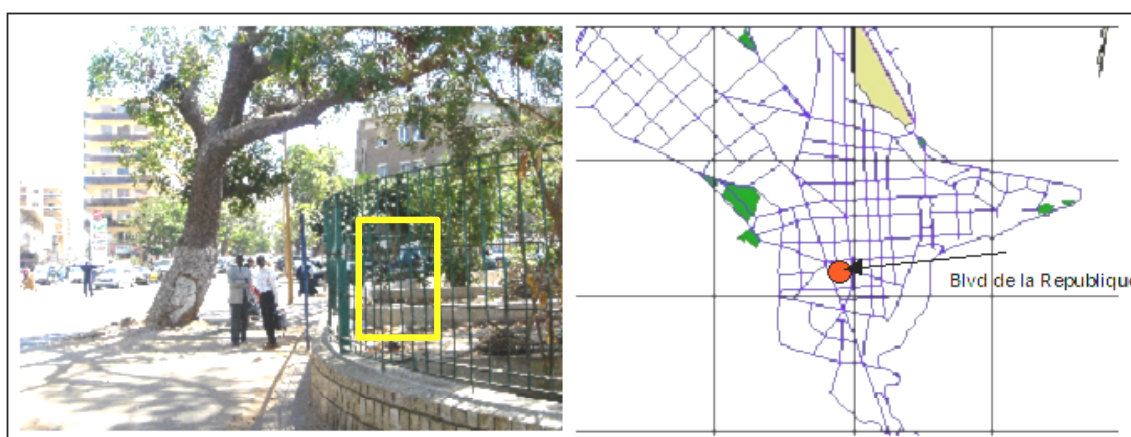


Figure 4: Site prioritaire pour la station de contrôle dans le centre urbain de Dakar.

La station sera placée à l'intérieur de la clôture située à l'est de la Cathédrale, à environ 7 m de la rue. Le site est caractérisé comme étant une station de trafic urbain (UT).

Les indicateurs mesurés ici seront: NO₂, SO₂, CO, Ozone, PM₁₀ et PM_{2,5}.

Une lettre de demande d'occupation des lieux sera adressée au Responsable de l'Église.

4.1.2 Alternative 2: Place de Soweto

En deuxième priorité, la station urbaine de contrôle de la qualité de l'air pourrait être installée à l'intérieur du Musée de l'IFAN (Université de Dakar). L'abri peut être placé à l'intérieur de la clôture, à environ 5 m de la porte. Le site est ici aussi de type trafic urbain (UT).

Les indicateurs mesurés ici seront: NO₂, SO₂, CO, Ozone, PM₁₀ et PM_{2,5}

Une lettre sera adressée à l'IFAN de Dakar.

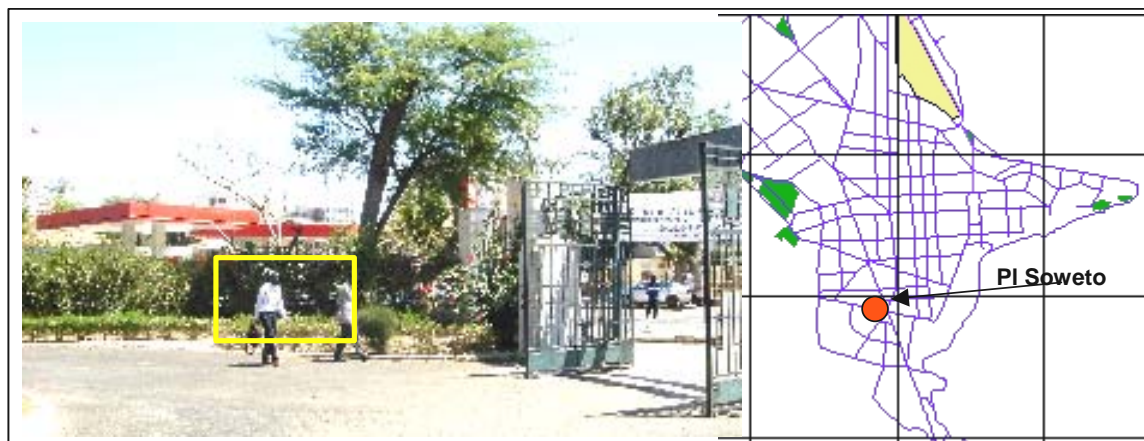


Figure 5: Site alternatif pour la station de contrôle dans le centre urbain de Dakar.

4.2 Station urbaine de fond en bord de route, quartier Médina

Un site pour l'établissement d'une station urbaine de fond en bord de route a été identifié près de l'entrée du Centre Culturel Doutra Seck dans le quartier de la Médina, sur le côté sud de l'Avenue Blaise Diagne

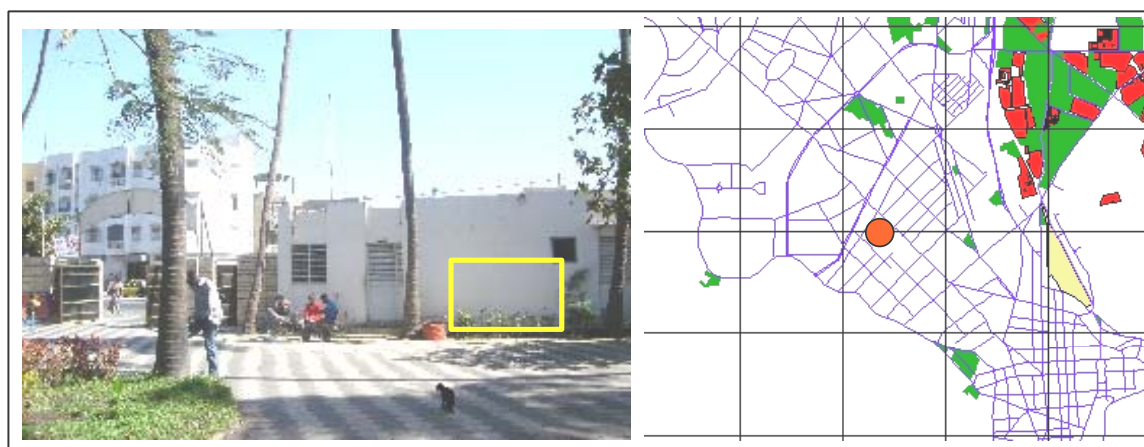


Figure 6: Site pour une station urbaine de fond en bord de route dans le quartier de la Médina (Centre culturel Doutra Seck, intérieur, Est de la porte d'entrée).

Deux emplacements ont été identifiés dans l'enceinte du centre : un à l'est de la porte (voir la Figure 4) et le second à 3m à l'ouest de la porte. Le site est caractérisé comme une station de trafic périurbain(ST).

Les indicateurs mesurés ici seront: NO₂, CO, et PM₁₀

Une lettre sera adressée au Ministre de la Culture. Au niveau du Centre Culturel Doutra Seck la personne à contacter est Mr Kébé.

4.3 Station urbaine de fond au Nord de Dakar

Un site pour l'implantation d'une station urbaine de fond a été identifié à l'intérieur de l'Eglise St Maurice dans le quartier HLM4.



Figure 7: Site pour une station urbaine de fond avec une tour météorologique placée à l'intérieur de l'Eglise St Maurice au quartier des HLM4.

L'abri équipé d'un mât météorologique de dix mètres pourrait être placé à côté d'un bâtiment de 4 m de haut, à environ 100 m de l'avenue Cheikh Ahmadou Bamba Mbacké. Le secteur semble être une place sûre ; des vigiles y sont présents en permanence. Le site est caractérisé comme station urbaine de fond (UB).

Les indicateurs mesurés ici seront: PM_{10} , NO_2 , SO_2 et ozone.

Les paramètres météorologiques mesurés à 10 m seront : la vitesse et la direction du vent, la température, la différence de température verticale, la turbulence, l'humidité relative, la pression, les précipitations (et la radiation nette facultative).

La personne à contacter est l'Abbé Joseph Touré, tél: 825 2211.

4.4 Station urbaine industrielle, près de la zone de Bel-Air

Deux sites alternatifs ont été identifiés pour l'emplacement d'une station de contrôle dans la zone industrielle. Les deux emplacements sont situés dans le secteur de Bel-Air à l'est de Dakar et sont caractéristiques d'un site industriel urbain (UI).

Les indicateurs mesurés ici seront: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 , BTEX et ozone.

4.4.1 Alternative1: Gendarmerie Av. Felix Eboué

Un bâtiment appartenant à la Gendarmerie du Port serait idéal pour l'installation d'un abri sur le toit. L'admission d'air se ferait alors à environ 7 m au-dessus du sol.

L'emplacement est sous le vent de tout le secteur industriel de Bel-air, sous le vent la centrale électrique de la Senelec et à environ 15 m sous le vent de l'Avenue Félix

Eboué. En plaçant l'admission d'air en haut de l'abri il sera possible de détecter les émissions globales de polluants du secteur industriel et à un degré moindre de percevoir l'impact à petite échelle des émissions des voitures dans la rue..

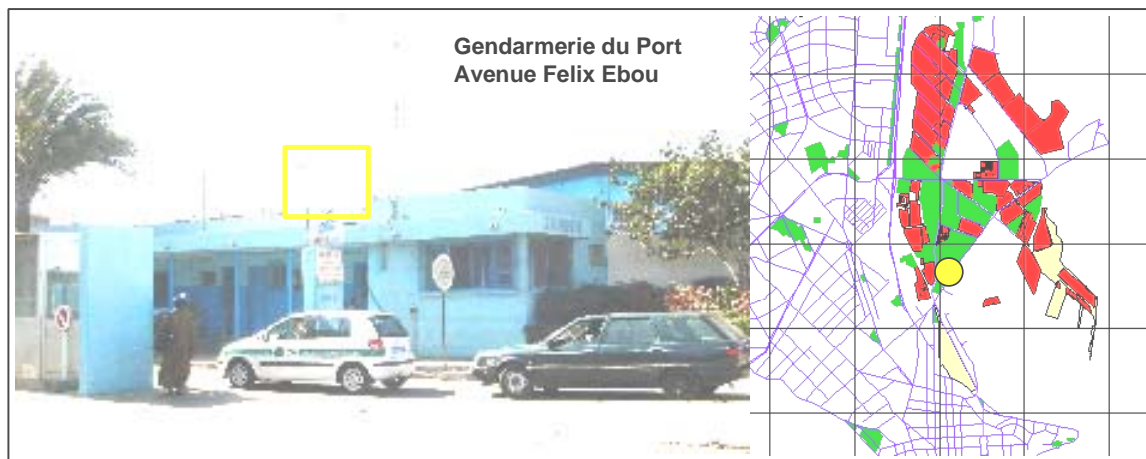


Figure 8: Site pour une station industrielle (en bordure de route) sur le toit du commissariat de police de l'Avenue Félix Eboué.

Ce site est caractéristique d'un site industriel urbain (UI). Une lettre devra être adressée aux Autorités. La personne à contacter est le Commandant Ambroise Sarr, tél : 809.45.45.

Les indicateurs mesurés seront: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 , BTEX et l'ozone.

4.4.2 Alternative 2: Caserne du Potou de Bel-Air

Un emplacement alternatif pour l'installation d'une station de contrôle dans le secteur industriel peut être le toit du poste de garde à l'entrée de la Caserne de Gendarmerie Potou de Bel-air.



Figure 9: Site alternatif pour la station industrielle, sur le toit du poste de garde à l'intérieur de la Caserne de Gendarmerie de Potou à Bel-Air.

La personne responsable de la Caserne est M. Kane. Une lettre doit être adressée à la Gendarmerie à l'attention du Capitaine M. Ndao en service au port au Môle 1.

Les indicateurs mesurés seront: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 , BTEX and ozone.

4.5 Station régionale de fond, sur la côte nord

Deux alternatives ont été identifiées pour l'implantation d'une station régionale de fond le long de la côte nord, dans des secteurs qui ne sont pas habituellement sous l'influence des émissions locales du secteur de Dakar.

Les indicateurs à mesurer à la station régionale de fond seront : Ozone, PM_{10} et NO_2

4.5.1 Alternative 1: Club BCEAO dans le quartier de Yoff

Le meilleur emplacement serait l'intérieur du club de la BCEAO dans le secteur Est de Yoff. Le site est propre et bien protégé et l'abri peut être placé juste à l'intérieur, au niveau des portes situées sur le côté nord du complexe.

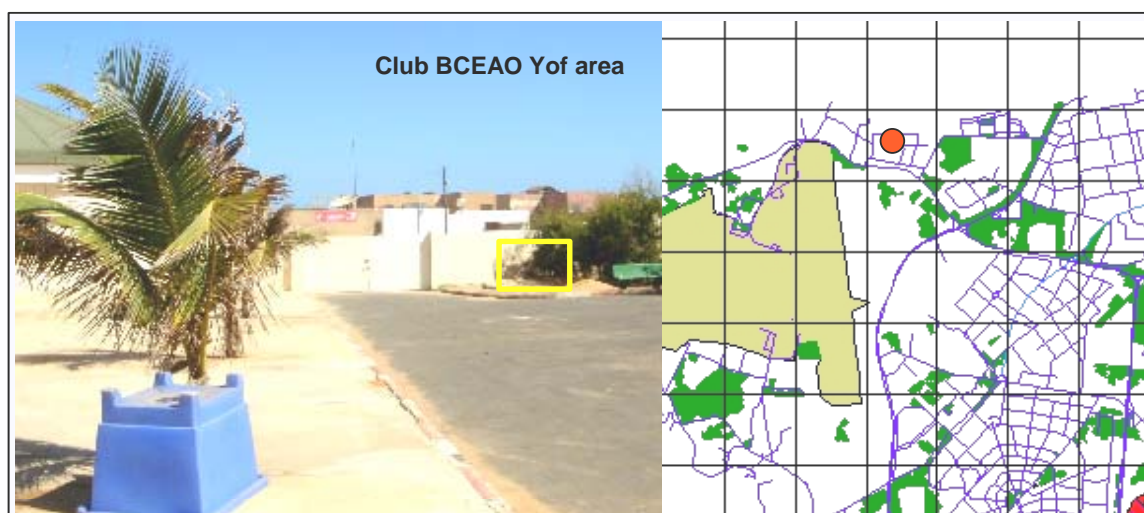


Figure 10: Site prioritaire pour l'implantation d'une station régionale de fond. Côté nord du quartier de Yoff à l'intérieur du club de la BCEAO.

Le site est caractéristique d'une station rurale de fond (RB).

Une lettre doit être adressée au département du Patrimoine, au siège de la BCEAO. Numéro de téléphone 839 05 00.

4.5.2 Alternative 2: Le Golf club du Méridien

Une alternative serait de placer l'abri à l'intérieur du Club de Golf du Méridien. Le site proposé se situe à côté du terrain d'exercice, près d'un petit abri en brique inachevé.

Le site est caractéristique d'une station rurale de fond (RB).

Le Club de Golf est une organisation indépendante de l'hôtel Méridien et une demande de permission d'occuper le site doit être adressée au directeur M. Diallo. Téléphone : 820.67.04, Fax : 820.39.56.



Figure 11: Site alternatif pour l'installation d'une station régionale de fond, côte nord à l'intérieur du terrain de golf du Méridien.

Les indicateurs à mesurer à la station de fond seront: Ozone, PM_{10} , et NO_2 .

4.6 Emplacements possibles pour les échantillonneurs $PM_{10}/PM_{2,5}$



Le principal problème de la pollution de l'air à Dakar est celui des poussières en suspension. Pour améliorer la précision de l'information collectée, il peut être nécessaire d'inclure dans le réseau deux ou trois sites de prélèvement d'échantillons pour PM_{10} et/ou $PM_{2,5}$. Le nombre de sites dépendra des disponibilités au niveau du budget alloué au projet.

Plusieurs emplacements possibles ont été identifiés (voir ci-dessous).

De petits "Échantillonneurs de l'air ambiant Portatifs MiniVol" seront utilisés.

Le "MiniVol" a 64 cm de hauteur et pèse 8,5 à 11 kg. Il permet le prélèvement d'échantillons de particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$). Il est programmable sur 7 jours grâce à une minuterie, est facile à installer, n'exige pas de source d'alimentation électrique (fonctionnent à pile) et n'est pas coûteux.

Les filtres devront être collectés manuellement et analysés par des méthodes gravimétriques. L'analyse gravimétrique de particules collectées sur un filtre est une méthode simple, précise et largement utilisée pour la détermination de concentrations

de masse de particules. Elle exige la mesure précise du débit de prélèvement des échantillons et la mesure de la masse nette collectée sur les filtres. On pèse pour cela le filtre avant et après le prélèvement des échantillons avec une balance placée dans un milieu où règne une température et une humidité relative contrôlées.

Il est possible également de faire appel à des méthodes réflectométriques simples pour évaluer les concentrations de fumée noire. Le laboratoire devra être équipé d'instruments adéquats pour effectuer ces analyses.

4.6.1 Marché Sandaga



Le balcon de la Pharmacie Guigon, au carrefour entre les avenues Georges Pompidou et Lamine Gueye (Marché Sandaga), constitue un site idéal pour installer un échantillonneur MiniVol.

L'échantillonneur peut être placé sur le balcon chaque semaine ou le filtre peut être changé manuellement chaque semaine (l'échantillonneur reste alors en permanence sur le balcon).

On devra prendre contact avec le propriétaire pour obtenir l'autorisation de placer un échantillonneur sur ce balcon.

4.6.2 Université

Un autre emplacement possible pour un échantillonneur MiniVol serait le toit d'un petit immeuble de bureaux près de la porte de l'Université. Cet emplacement a été aussi utilisé pour la campagne d'échantillonnage passif.

Il se posera cependant une question de sécurité pendant les jours où l'échantillonneur sera exposé. Bruno Legendre peut entrer en contact avec le propriétaire de ce bâtiment.



4.6.3 Quartier Gibraltar

Un échantillonneur $PM_{10}/PM_{2.5}$ séquentiel peut être placé près du bâtiment où Performances a établi ses bureaux, dans le quartier Gibraltar, pour mesurer les concentrations urbaines et périurbaines de fond moyennes sur 24 heures.

Un échantillonneur dichotomique pourrait être utilisé pour échantillonner simultanément les concentrations moyennes sur 24 heures de PM_{10} et $PM_{2.5}$.

L'échantillonneur dichotomique SA241 RFPS-0789-073 à impacteur virtuel peut être utilisé. Ce module d'échantillonnage a une taille d'admission sélective avec un point de coupe de 10 microns; la tête de l'impacteur virtuel est de type 'single-stage EPA' avec

un point de coupe de 2.5 microns. Les porte-filtres sont clairement marqués "grosses" et "fines" et fixés avec des écrous séparés. Les filtres doivent être changés manuellement une fois par semaine.

4.6.4 Secteur de Pikine

Le secteur de Pikine, au Nord-Est de Dakar, est un des secteurs les plus pollués de la région. Aucun site spécifique n'a été identifié pour effectuer des mesures dans ce secteur, mais des mesures périodiques pourraient être réalisées avec des échantillonneurs MiniVol.

L'objectif sera d'identifier les concentrations typiques de la pollution de l'air et de les comparer à celles des autres secteurs de Dakar.



4.6.5 Place de l'OUA

Le dernier emplacement possible pour un échantillonneur MiniVol serait le bureau de La Poste situé près de la Place de l'Unité Africaine.

Le Chef du bureau de poste de Dakar Liberté était d'accord pour qu'un échantillonneur MiniVol soit placé sur le toit de cette agence de La Poste.

Cependant, il s'agit là seulement d'un avis personnel et une lettre doit être adressée à M. Moussa Ndiaye (tél : 825.38.62) pour lui en demander formellement l'autorisation.

4.7 Résumé

Le réseau de contrôle proposé pour Dakar avec 5 stations permanentes de contrôle automatique de la qualité de l'air, une station météorologique et deux ou trois stations de prélèvement d'échantillons pour PM_{10} et/ou $PM_{2,5}$ permet de répondre aux objectifs assignés au programme de contrôle.

Les instruments suivants devront équiper le système automatique de contrôle de la qualité de l'air à Dakar:

- moniteurs NO_x ,
- moniteurs PM_{10} ,
- 2 moniteurs $PM_{2,5}$,
- 3 moniteurs SO_2 ,
- 2 moniteurs CO,
- 3 moniteurs Ozone,
- 1 moniteur BTEX

Les autres équipements seront :

- 1 station météorologique automatique,
- 3 Échantillonneurs MiniVol à commande manuelle
- 1 échantillonneur séquentiel de PM.

Le programme de contrôle est présenté dans le tableau suivant et la Figure 12.

Table 3: Programme de contrôle permanent de la qualité de l'air à Dakar, selon la première alternative pour l'emplacement de chaque station permanente.

Site	Nom	Type	NO ₂	SO ₂	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	BTEX
1	Bvd. République	UT	X	X	X	X	X	X	
2	Médina	ST	X		X	X			
3	HLM4	UB	X	X		X		X	
4	BelAir	UI	X	X		X	X		X
5	Yoff	RB	X			X		X	

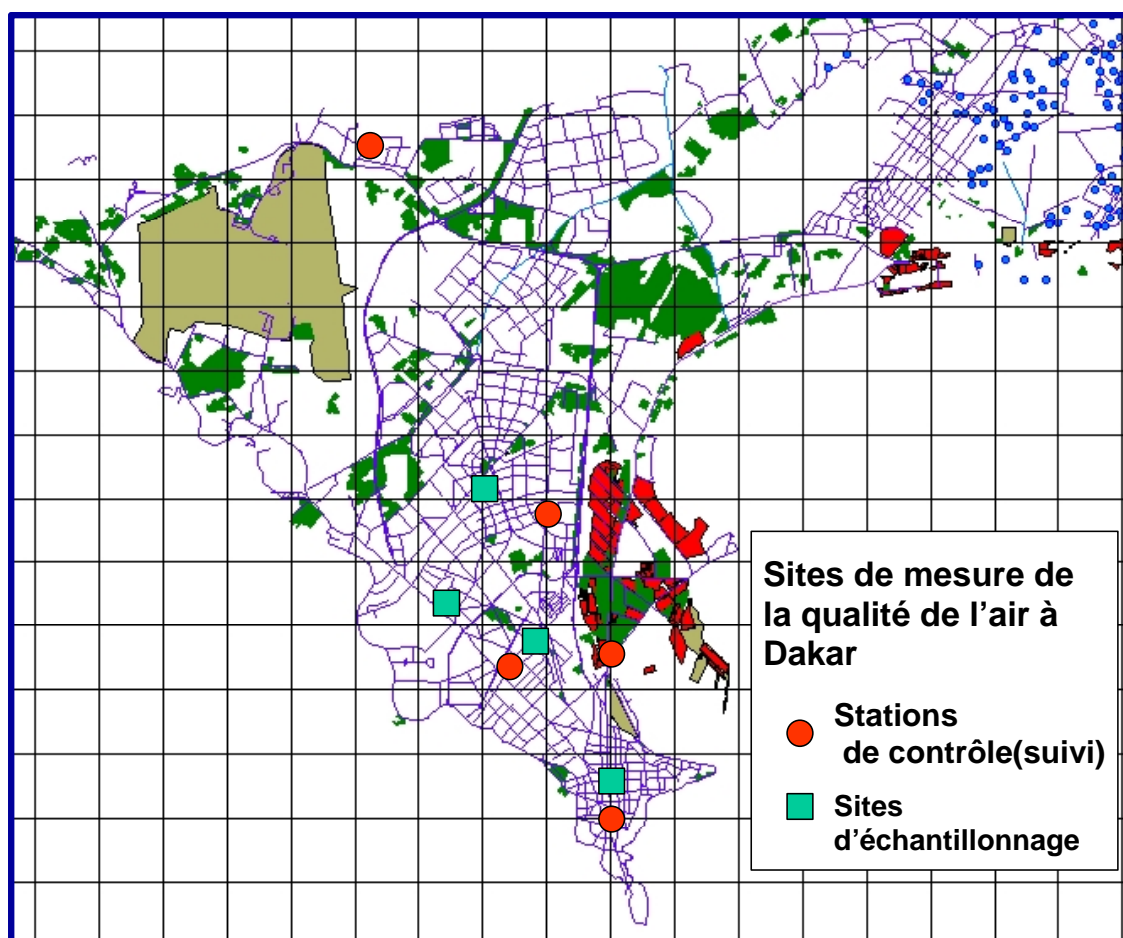


Figure 12: Un résumé de sites de mesure choisis pour le programme de contrôle de la qualité de l'air à Dakar.

Les emplacements identifiés pour l'installation des moniteurs et des échantillonneurs du programme de contrôle de la qualité de l'air de Dakar sont présentés sur la carte de la Figure 12.



La ville de Dakar est ainsi bien couverte, mais il reste à recevoir les accords des propriétaires des sites identifiés..

Une fois reçues les autorisations d'installer les stations de mesure, les sites devront être préparés avec des plates-formes adéquates, selon les spécifications des fournisseurs d'instruments retenus. Les abris devront également être raccordés aux réseaux électrique et téléphonique

La photo montre un abri typique pour une station de contrôle. Les dimensions sont d'environ 3x2x2,5 m.

5 Spécifications techniques des équipements

Le dossier d'appel d'offres comprendra une liste détaillée des spécifications techniques de l'instrumentation. Cette liste inclura une description des instruments nécessaires, du mode de transfert de données, des abris et de l'infrastructure nécessaire. Elle inclura également une description des spécifications techniques des moniteurs, des instruments et des gaz de calibrage.

Au niveau des stations de mesure automatiques permanentes, les moniteurs automatiques de qualité de l'air seront placés à l'intérieur d'abris climatisés.

5.1 L'Abri

L'abri inclura les dispositifs nécessaires au raccordement à une alimentation électrique (220 - 240 V) et en option un stabilisateur de courant. Il comprendra au moins 3 circuits électriques, protégés chacun par un disjoncteur. L'abri sera entièrement climatisé afin d'y maintenir une température d'intérieur de 25 à 30 °C maximum, avec une variation de ± 1 °C. Il peut être nécessaire d'utiliser un conditionneur d'air (split). Les étagères (racks) destinées à recevoir les moniteurs et les équipements nécessaires pour entreposer les bouteilles de gaz de calibrage seront fixés aux parois intérieures des abris.

L'abri doit être réalisé en plaqué acier, peint en blanc, sans fenêtre et avec verrou de sécurité. Il doit être suffisamment isolé pour pouvoir maintenir la température intérieure requise. L'excès d'air provenant du collecteur d'admission et des moniteurs doit être extrait vers l'extérieur.

Les instruments de qualité de l'air à l'intérieur de l'abri seront constitués de moniteurs automatiques. Toute l'information collectée à chaque station sera accessible en ligne au niveau de la base de données centrale ou, pour les différents utilisateurs intéressés par cette information, via internet.

5.2 Moniteurs automatiques disponibles

Les méthodes et les instruments pour une mesure continue des polluants aériens doivent être choisis avec soin, évalués et normalisés. On doit considérer plusieurs facteurs ; ils doivent:

- *Etre spécifiques*, c'est-à-dire qu'ils réagissent aux polluants ciblés même lorsqu'ils sont en présence d'autres substances,
- *Etre sensibles* aux concentrations attendues, de la plus basse à la plus élevée,
- *Etre stables*, c'est-à-dire qu'ils restent inchangés durant l'intervalle de temps entre le prélèvement d'échantillons et l'analyse,
- *Etre précis*, et représentatifs de la vraie concentration de polluant dans l'atmosphère où l'échantillon a été prélevé,
- Permettre une fréquence de prélèvements d'échantillon en adéquation avec les besoins,
- *Etre fiables et adaptés* en regard des ressources humaines, du budget disponible pour leur maintenance, et des besoins,
- *Absence de dérive du zéro et du calibrage* (au moins pendant quelques jours pour assurer la fiabilité des données),
- *Avoir un temps de réponse* assez court pour pouvoir enregistrer avec précision des changements rapides de la concentration de pollution,
- Ne pas être sensibles à la température ambiante et l'humidité pour les mesures de concentrations,
- *Avoir des contraintes au niveau de la périodicité de leur maintenance et des coûts qu'elle engendre* qui permettent aux instruments de fonctionner en continu pendant de longues périodes avec un minimum de temps d'arrêt,
- *Fournir en sortie des données* dans des formats et selon des modes compatibles avec les capacités de traitement informatique

Lorsqu'on passe d'un environnement de fond à un environnement urbain, ou d'un environnement urbain à un environnement sous le vent d'un complexe industriel, la concentration des polluants les plus courants peut s'accroître d'un facteur de 1000.

Dans l'étape suivante, qui est le passage de la pollution atmosphérique ambiante aux mesures d'émissions on observe à nouveau un facteur d'environ 1000.

Les instruments doivent donc être sélectionnés pour pouvoir effectuer des mesures au-delà des niveaux de pollution 'normaux'.

Les principes analytiques ou les méthodes de mesure utilisées par les moniteurs automatiques de contrôle de la pollution de l'air sont:

- Analyse du dioxyde de Soufre (SO_2) par Fluorescence Ultra Violet
- Analyse du dioxyde d'azote NO_2 par Chimiluminescence
- Photométrie infrarouge non dispersive du CO
- Mesure du benzène et des COV par Chromatographie en phase gazeuse
- Photométrie UV de l'ozone
- Analyse du plomb par spectrométrie d'absorption atomique

Les méthodes généralement utilisées pour le contrôle automatique des principaux indicateurs de qualité de l'air sont présentées en détail ci-après:

Dioxyde de soufre (SO_2)

SO_2 devrait être mesuré par le signal fluorescent produit lors de son excitation par la lumière UV.

Oxydes d'azote (NO et NO_2)

Le principe de réactions chimiluminescentes entre NO et O_3 sera utilisé pour mesurer NO_x . NO et les NO_x totaux sont mesurés.

Ozone (O_3)

Un analyseur par absorption d'UV est utilisé pour mesurer les concentrations ambiantes d'ozone. La concentration d'ozone est déterminée par l'atténuation d'une lumière UV de longueur d'onde 254 nanomètres.

Particules suspendues : TSP, PM_{10} et $PM_{2.5}$

Des méthodes gravimétriques incluant une technologie de micro-pesage ont été utilisées pour mesurer les concentrations ambiantes de particules suspendues. Pour le contrôle automatique on utilise le plus souvent une Microbalance à Élément Oscillant (TEOM). Le matériel peut être configuré pour mesurer TSP, PM_{10} ou $PM_{2.5}$ selon le type d'échantillonnage réalisé.

Des mesures utilisant les principes de bêta atténuation avec un débit d'air d'environ 18 l/min pour évaluer les concentrations moyennes de PM_{10} ou $PM_{2.5}$ sur 30 minutes ou une heure ont été réalisées.

Monoxyde de Carbone (CO)

L'analyseur de CO souvent utilisé dans des études de pollution atmosphérique urbaine est un photomètre infrarouge non-dispersif qui utilise la corrélation de filtre de gaz pour mesurer avec précision de faibles concentrations en CO grâce à des technologies optique et électronique de dernier cri.

Moniteur BTEX

Un gaz polyvalent chromatographe a été conçu pour mesurer en continu les composants gazeux simples ou complexes dans un grand nombre d'applications. L'analyseur BTEX fournit une mesure directe des concentrations de Benzène, de Toluène, d'Éthylbenzène et des Xylènes dans l'air ambiant. Il emploie un Détecteur à Photo Ionisation (PID) comme capteur. Ce détecteur est spécifique des composés organiques volatiles (COV). Le Benzène, le Toluène, le benzène d'Éthyle et les Xylènes présentes dans l'échantillon

gazeux sont séparés physiquement en utilisant des colonnes de Chromatographie Gazeuse (GC).

5.3 Système de transfert des données

Toutes les données produites par les instruments mentionnés ci-dessus peuvent être collectées par un enregistreur de données (data logger) et transférées directement à une base de données pour être traitées, contrôlées et diffusées.

On trouve sur le marché différentes solutions pour une transmission efficace des données des moniteurs vers une base de données. Le choix se fait en fonction de diverses conditions au niveau des sites de mesure. Plusieurs facteurs influencent le choix final, tels que la disponibilité de lignes téléphoniques, la qualité et la vitesse du réseau, la quantité de données à transférer et la fréquence des transferts.

5.4 Laboratoire de calibrage

Pour assurer que les données collectées répondent aux exigences nationales et internationales en matières d'assurance qualité et de contrôle qualité (AQ/CQ) il sera nécessaire d'implanter à Dakar un laboratoire de maintenance et de calibrage. Ce laboratoire joue un rôle déterminant dans le maintien d'un système de contrôle de bonne qualité ; une fois son personnel formé, il pourra être utilisé par la DEEC comme laboratoire de maintenance et de services.

Le laboratoire de maintenance et de calibrage devra être équipé de moniteurs de gaz en plus des unités de calibrage multipoint, pour permettre le calibrage des gaz standards. Un personnel expert doit être formé à Dakar à l'utilisation des moniteurs de calibrage. Quelques experts devront aussi être formés pour effectuer des visites systématiques des sites de mesure, vérifier et auditer le programme de contrôle.

Certains moniteurs devront être placés dans un support (rack) au laboratoire de calibrage, pour la réalisation des contrôles et des calibrages standards. L'installation complète inclut les instruments suivants:

- Moniteur NO_x
- Moniteur SO₂
- Moniteur O₃
- Moniteur CO
- Système d'acquisition des données : enregistreur de données(Data logger) et PC
- Unité de calibrage deux-points, Zéro air
- Calibreur, Calibreur Multipoint
- Accessoires
- Gaz

NILU fournira l'expertise nécessaire au fonctionnement du laboratoire installé à la DEEC. Si nécessaire NILU pourrait être à l'avenir contracté pour exécuter des Audits une fois par an.

6 Références

EU (1999) Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. *Official Journal of the European Union*, L 163, 29/06/1999, 41-60.

EU (2001) Commission decision of 17 October 2001 amending the Annexes to Council Decision 97/101/EC establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States. *Official Journal of the European Union*, L 282, 26/10/2001, 69-76.

EU (2005) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Ambient air quality and cleaner air for Europe. Brussels, 21 September 2005 (COM(2005) 447 final).

URL: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005_0447en01.pdf)

[lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005_0447en01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005_0447en01.pdf)

Guerreiro, C., Sivertsen, B. et Laupsa, H. (2005a) QADAK Mission 1, Mai-Juin 2005. Kjeller (NILU OR 40/2005).

Guerreiro, C., Laupsa, H. et Sivertsen, B. (2005b) Echantillonnage Passif du SO₂ et du NO₂ dans l'air ambiant à Dakar. Etude préliminaire, Juin 2005. Kjeller (NILU OR 39/2005).

Larssen, S., Sluyter, R. and Helmis, C. (1999) Criteria for EUROAIRNET - The EEA Air Quality Monitoring and Information Network. Copenhagen, European Environment Agency (Technical Report No. 12).

URL: <http://reports.eea.europa.eu/TEC12/en/tech12.pdf>

Sivertsen, B., Thanh, T.N. and Willoch, H. (2005) Ho Chi Minh City Environmental Improvement Project. Air Quality Monitoring Component. Mission 6, Status report (MR1-2), Station audits, design reference laboratory and training. Kjeller (NILU OR 38/2005).

Sivertsen, B., Laupsa, H. et Guerreiro, C. (2006) Etude d'évaluation de l'état de la pollution de l'air à Dakar 2005. Octobre-Décembre 2005 et Janvier 2006. Kjeller (NILU OR 58/2006).

World Health Organization (2000) Air quality guidelines for Europe. 2nd ed. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (WHO Regional Publ., European Series, 91).



Norwegian Institute for Air Research (NILU)

P.O. Box 100, N-2027 Kjeller, Norway

REPORT SERIES SCIENTIFIC REPORT	REPORT NO. OR 71/2006	ISBN 82-425-1799-1 ISSN 0807-7207	
DATE	SIGN.	NO. OF PAGES 26	PRICE NOK 150,-
TITLE Programme de contrôle de la Qualité de l'Air à Dakar Résultat de l'étude de conception		PROJECT LEADER Cristina Guerreiro	
		NILU PROJECT NO. O-105010	
AUTHOR(S) Bjarne Sivertsen		CLASSIFICATION * A	
		CONTRACT REF. NO 003/C/FND/05	
REPORT PREPARED FOR CETUD Route de Front de Terre P.B. 17 265 Dakar-Liberté Senegal			
ABSTRACT Ce rapport couvre trois sous-tâches du projet, notamment: 4.1- Définition des objectifs du programme de mesure, 4. 2- Conception du réseau de mesure et 4.3- Zones de contrôle et stations de mesure. Il correspond aux rapports: 4a "Objectifs du programme de mesure et conception du réseau de mesure" et 4b "Rapport descriptif des sites d'implantation des stations du réseau de mesure final". Les objectifs du suivi et la conception du réseau de suivi pour Dakar sont présentés dans ce rapport, ainsi que le nombre de stations de contrôle et les indicateurs à mesurer au niveau de chaque station. La représentativité des différentes stations est déterminée et les zones d'implantation des stations individuelles sont identifiées. Les sites sont caractérisés selon des procédures normalisées.			
NORWEGIAN TITLE			
KEYWORDS Air quality monitoring	Network design	Senegal	
ABSTRACT (in Norwegian)			

* Classification A *Unclassified (can be ordered from NILU)*
 B *Restricted distribution*
 C *Classified (not to be distributed)*