

Projet Hydroélectrique de Nachtigal

**Addendum à l'Etude d'Impact Environnemental et
Social de Septembre 2011**

Note 300.10

**Etude environnementales complémentaires :
Etat initial de la qualité de l'air**



Projet : **Nachtigal**

Titre : **Etude environnementales complémentaires**

Etat initial de la qualité de l'air

IH	NACHT-DEV	RAPP-ES	00004	A	BPE
----	-----------	---------	-------	---	-----

Canevas de Note Technique ind L

Résumé : Cette note présente les résultats d'une étude sur l'état initial de la qualité de l'air ambiant dans les villages voisins des futurs chantiers pour le projet hydroélectrique de Nachtigal. Cette étude a été réalisée en avril 2014 et la note rédigée par Dr. Serge Nzali, employé par le Centre Africain de Recherches Forestières et de Développement (CARFAD), bureau d'études en environnement basé à Yaoundé, Cameroun.

Objet de la révision :

Rédaction		Vérification		Approbation	
nom / date	sign.	nom / date	sign.	nom / date	sign.
L. BECHE (RAPPORT REDIGE PAR CARFAD)	20/11/14 L. Beche	S. DESCLOUX 20/11/14	Po [Signature]	F. PERROT 20/11/14	[Signature]
OTP	: E124/SANAG1/E3HNDEV-ES	Note Technique	<input checked="" type="checkbox"/>	Compte Rendu	<input type="checkbox"/>
Classement	:			Note de calcul	<input type="checkbox"/>

Accessibilité	
Confidentiel	<input type="checkbox"/> Seul le destinataire du document peut en prendre connaissance
Restreint	<input type="checkbox"/> Document ne pouvant sortir d'EDF sans lettre ou bordereau d'envoi du service émetteur
E.D.F.	<input checked="" type="checkbox"/> Document interne non diffusable à l'extérieur sans l'accord du Chef de Service
Libre	<input type="checkbox"/> Document public

Classification (Cf. procédure IH.PRO.1600)	
Catégorie 1	<input type="checkbox"/>
Catégorie 2	<input type="checkbox"/>
Catégorie 3	<input type="checkbox"/>
Catégorie 4	<input type="checkbox"/>

Nachtigal
Etudes environnementales complémentaires
Etat initial de la qualité de l'air

LIEU DE CONSERVATION	
<i>Original papier</i>	<i>Original numérique</i>
F. DELMAS	GED

DIFFUSION PRINCIPALE INTERNE AU CIH			
<i>Destinataire</i>	<i>Département-service</i>	<i>nb ex</i>	<i>format</i>
P. LORILLOU	PR	1	Elect
S. DESCLOUX	DD-ES	1	Elect
F. NATHAN	DD-ES	1	Elect

DIFFUSION COMPLEMENTAIRE INTERNE AU CIH			
<i>Fonctions</i>	<i>Noms</i>	<i>nb ex</i>	<i>format</i>

DIFFUSION EXTERNE AU CIH			
<i>Destinataire</i>	<i>Organisme</i>	<i>nb ex</i>	<i>format</i>
O. FLAMBARD	DDI	1	Elect
K. MIGLIORINI	DDI	1	Elect
P. RICHET	DDI	1	Elect

Nachtigal
Etudes environnementales complémentaires
Etat initial de la qualité de l'air

SOMMAIRE

1. RESUME 5

2. ANNEXE : RAPPORT CARFAD SUR L'ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR 6

Nachtigal
Etudes environnementales complémentaires
Etat initial de la qualité de l'air

1. RESUME

Cette note présente une étude sur l'état initial de la qualité de l'air ambiant dans les villages voisins des futurs chantiers pour le projet hydroélectrique de Nachtigal. Cette étude a été réalisée en avril 2014 et la note rédigée par le Dr. Serge Nzali, employé par le Centre Africain de Recherches Forestières et de Développement (CARFAD), bureau d'études en environnement basé à Yaoundé, Cameroun.

Les résultats de cette étude indiquent une bonne qualité de l'air pour la plupart des paramètres mesurés (NO_x, SO_x, Ozone, COV, PM<2.5 µm) dans les quatre villages étudiés (Batchenga, Ndjé, Ndokoa, Ekombitié). Les particules fines (< 10µm, PM10) et le dioxyde de soufre (SO₂) sont souvent rencontrées à des concentrations élevées par rapport aux normes environnementales internationales, à cause du trafic sur les routes en terres. Des mesures pour limiter les émissions des véhicules et pour limiter la mise en suspension des particules fines devront être mises en œuvre afin de limiter l'impact du chantier sur la qualité de l'air environnant.

Nachtigal
Etudes environnementales complémentaires
Etat initial de la qualité de l'air

2. ANNEXE : RAPPORT CARFAD SUR L'ETAT INITIAL DE LA
QUALITE DE L'AIR

ETUDES ENVIRONNEMENTALES COMPLEMENTAIRES

Projet hydroélectrique de Nachtigal amont

**RAPPORT FINAL SUR LE BRUIT ET LA QUALITE DE L'AIR
TOME 2 : QUALITE DE L'AIR (LOT 4)**

Juin 2014



**CENTRE AFRICAIN DE RECHERCHES FORESTIERES
APPLIQUEES ET DE DEVELOPPEMENT**

Siège : 3ème étage Immeuble Saint Antoine, Total Mélen-Yaoundé à côté de la chapelle
Saint-Paul et en face de la Faculté de Médecine ; B.P. 885 Yaoundé-CAMEROUN,
Tél : (237) 22 31 08 92/22 05 94 95 ; Fax : (237) 22 31 08 94 ; www.carfad.org ;
E-mail : carfadcameroun@yahoo.fr

ETUDES ENVIRONNEMENTALES COMPLEMENTAIRES

Projet hydroélectrique de Nachtigal amont

RAPPORT FINAL SUR LE BRUIT ET LA QUALITE DE L'AIR
TOME 2 : QUALITE DE L'AIR (LOT 4)

Juin 2014



CENTRE AFRICAIN DE RECHERCHES FORESTIERES APPLIQUEES ET DE DEVELOPPEMENT

Siège : 3ème étage Immeuble Saint Antoine, Total Mélen-Yaoundé à côté de la chapelle Saint-Paul et en face de la Faculté de Médecine ; B.P. 885 Yaoundé-CAMEROUN,
Tél : (237) 22 31 08 92/22 05 94 96 ; Fax : (237) 22 31 08 94 ; www.carfad.org ;
E-mail : carfadcameroun@yahoo.fr



**CENTRE AFRICAIN DE RECHERCHES FORESTIERES
APPLIQUEES ET DE DEVELOPPEMENT**

Rapport rédigé par : Dr. Nzali Serge (PhD) Expert Chimiste
environnementaliste, CARFAD Date/Signature 17/07/2014

Rapport vérifié par : M. Benjamin Tchoffo Directeur Exécutif, CARFAD Date/Signature 27/07/2014

SOMMAIRE

Liste des tableaux.....	1
Liste des figures	1
1. OBJECTIF	2
2. METHODOLOGIE	2
2.1 Localisation des points de mesure	3
2.2 Matériels.....	4
2.3 Périodes et fréquence de mesure	5
2.4 Conditions météorologiques.....	6
3. RÉSULTATS	6
4. INTERPRÉTATION DES DONNÉES.....	15
4.1 Dioxyde de soufre (SO ₂).....	15
4.2 Dioxyde d'azote (NO ₂)	15
4.3 Monoxyde de carbone (CO).....	15
4.4 Ozone (O ₃)	15
4.5 Composés organiques volatiles (COV).....	15
4.6 Particules de taille <10 µm (PM10)	15
4.7 Particules de taille <2.5 µm (PM2.5).....	16
5. CONCLUSION	16
6. BIBLIOGRAPHIE	17
7. ANNEXE	18
7.1 Annexe 1 Décret N° 2011/2582/PM du 23 Aout 2011 fixant les modalités de protection de l'atmosphère	18
7.2 Annexe 2 Cartographie des stations de mesures	23
7.3 Annexe 3 Photographies.....	25

Liste des tableaux

Tableau 1 Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air.....	3
Tableau 2 Limite minimum de détection des paramètres de la qualité de l'air.....	5
Tableau 3 Résultats de la qualité de l'air.....	8
Tableau 4 Synthèse et analyse des données sur la qualité de l'air.....	14

Liste des figures

Figure 1 Route en terre à proximité du site de la base vie.....	2
Figure 2 Route au village Ndji à proximité du site du chantier de l'Usine	2
Figure 3 Analyseur de gaz portatif S500, KANOMAX, USA.....	4
Figure 4 Analyseur de poussières Dust Sentry, KANOMAX, USA	5
Figure 5 Variation du Dioxyde de soufre dans l'air ambiant	12
Figure 6 Variation du dioxyde d'azote dans l'air ambiant.....	12
Figure 7 Variation du monoxyde de carbone dans l'air ambiant.....	13
Figure 8 Variation de l'ozone dans l'air ambiant	13
Figure 9 Variation des particules de taille inférieure à 10 µm.....	14
Figure 10 Base de vie proche du Lycée de Batchenga / Station 1	23
Figure 11 Stations 2 à 4 proches de la zone de développement du projet de barrage	24

1. OBJECTIF

La présente étude sur la qualité de l'air a été commandée au CARFAD par les développeurs du Projet Nachtigal amont en vue de mettre à jour l'évaluation de l'état initial des zones impactées autour du site du projet hydroélectrique de Nachtigal. Il était question d'établir un état des lieux dans des endroits qui pourraient être impactés par les travaux et les activités de construction (barrage, usine, base vie, etc.), notamment les rejets des engins et camions, le trafic routier augmenté, la mise en suspension des poussières (concassage, trafic routier sur routes non revêtues, stockage de matériels, etc.).

La zone d'étude est majoritairement rurale et la végétation de la zone de construction des futurs ouvrages est surtout caractérisée par des galeries forestières le long des cours d'eau et de la savane arbustive maintenue grâce à la présence des feux de brousse. L'exploitation artisanale du bois (dans les forêts-galeries) est une activité non négligeable.

Les principales sources de pollution de l'air sont les routes non bitumées, le trafic local et les activités domestiques comme l'utilisation du bois de chauffe, l'agriculture sur brûlis et les feux de brousse.

Cette étude évalue la qualité de l'air actuelle dans des villages proches des sites des futurs travaux et une comparaison est faite avec les normes nationales et internationales.

Le rapport présente la localisation des points de mesure, la méthodologie adoptée pour l'échantillonnage, les équipements utilisés et la fréquence d'échantillonnage, les résultats d'analyse de la qualité de l'air ambiant et la comparaison avec les normes nationales et internationales.



Figure 1 Route en terre à proximité du site de la base vie



Figure 2 Route au village Ndji à proximité du site du chantier de l'Usine

2. METHODOLOGIE

Cette étude a été réalisée en conformité avec le cahier des charges techniques pour la réalisation d'une étude environnementale complémentaire dans le cadre du projet Nachtigal au Cameroun. Cette étude a pour objectif d'établir un état initial de la qualité de l'air en respectant les lois et textes régissant les études d'impact environnemental au

Cameroun, notamment le décret N° 2011/2582/PM du 23 Aout 2011 fixant les modalités de protection de l'atmosphère (**Voir Annexe 1**). Les gaz et les particules mesurées étaient le dioxyde de soufre (SO₂), dioxyde d'azote (NO₂), le monoxyde de Carbone (CO), l'ozone (O₃), les composés organiques volatiles (COV), les poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10) et les poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns (PM2.5) ; ces gaz et particules font partie de la liste des polluants atmosphériques contrôlés figurant à l'article 4 du décret N° 2011/2582/PM.

Plus spécifiquement, la méthodologie utilisée a consisté à effectuer des mesures ponctuelles (en jour et en nuit) de la qualité de l'air ambiant dans quatre (04) villages se trouvant proches des zones des futurs travaux, des aménagements à venir (base de vie, camp des ouvriers) et des routes. Le choix des villages de l'étude a été déterminé conjointement entre le CARFAD et le Projet lors d'une visite de terrain effectuée le 06 Mars 2014.

2.1. Localisation des points de mesure

Le projet de barrage de Nachtigal est situé au Cameroun dans la région du Centre, entre deux (02) départements : la Lékié et la Haute-Sanaga. Les points de mesure sont situés dans des villages proches du périmètre du projet (**Voir annexe 2**). Les quatre stations de prélèvements sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air

N°	Station	Futur aménagement du projet proche	Coordonnées GPS
1	Lycée de Batchenga	Base vie du projet	Latitude 4°17.387' N, Longitude 11°38.658' E
2	Village de Ndji	Chantier Usine	Latitude 4°21.998' N, Longitude 11°42.729' E
3	Village de Ndokoa	Zone de latérite et camps des travailleurs	Latitude 4°22.463' N, Longitude 11°43.959' E
4	Village d'Ekombitié	Chantier du barrage	Latitude 4°23.603' N, Longitude 11°45.928' E

- Lycée de Batchenga : station de mesure située à l'entrée du lycée, au bord de la route non bitumée qui mène au bac sur la Sanaga.
- Village de Ndji : cette station est localisée dans le village de Ndji, environ à 100 mètres de la route nationale N°1. Quelques habitations sont autour de la station de mesure, elle-même placée sur la piste qui mène au site du Chantier Usine.

- Village de Ndokoa : la station est située dans le village de Ndokoa, au bord de la route nationale N°1. Le projet exploitera une zone de latérite et aménagera un camp des travailleurs dans ce village. Les emprunts latéritiques sont connus pour dégager beaucoup de gaz et de poussières à cause du trafic d'engins et camions et l'envol de poussières.
- Village d'Ekombitié : cette station est située au village d'Ekombitié, à l'intérieur du village et à proximité du site du Chantier du barrage. Il est possible que le trafic de camions et d'engins augmente dans la zone lors des travaux ; les routes étant non bitumées, la qualité de l'air pourrait être affectée par l'envol de poussières et les émissions de véhicules.

Lors des reconnaissances sur le terrain, aucune source de pollution fixe n'a été rencontrée dans la zone du projet ; elles sont en général mobiles.

2.2. Matériels

Les mesures des gaz de l'air ambiant ont été réalisées à l'aide d'un analyseur de gaz (Handheld Gas Monitor S500, KANOMAX, USA) compatible avec plusieurs capteurs de gaz interchangeables en fonction des besoins (Figure 1). Les gaz mesurés ainsi que leur Limite Minimum de Détection sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous.



Figure 3 Analyseur de gaz portatif S500, KANOMAX, USA

Les particules ont été mesurées à l'aide d'un analyseur de poussière (Dust Sentry, KANOMAX, USA) (Figure 2). Cet appareil fonctionne sous le principe de la néphélométrie.

Les limites minimum de détection des équipements utilisés pour les mesures de poussières et les gaz sont présentées dans le tableau 2 ci-dessous.



Figure 4 Analyseur de poussières Dust Sentry, KANOMAX, USA

Tableau 2 Limite minimum de détection des paramètres de la qualité de l'air

No	Paramètre	Unité	Limite Minimum de Détection	Exactitude
1	Dioxyde de soufre (SO ₂)	ppm	0,04	± 0,05
2	Dioxyde d'azote (NO ₂)	ppm	0,005	± 0,02
3	Monoxyde de Carbone (CO)	ppm	0,05	± 0,5
4	Ozone (O ₃)	ppm	0,005	± 0,008
5	Composés organiques volatiles (COV)	ppm	0.1	± 10%
6	Des poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)	µg/m ³	2	± 5%
7	Des poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns (PM2.5)	µg/m ³	2	± 5%

Durant toute la période de l'étude, 3 échantillonneurs expérimentés étaient disponibles sur le terrain pour effectuer toutes les mesures.

2.3. Périodes et fréquence de mesure

Les mesures ont été effectuées entre le 24 avril et le 11 mai 2014, pendant 10 jours répartis comme suit ;

- Lycée de Batchenga : 2 jours de mesures sur ce site ont été jugés suffisants.
- Village de Ndji : 2 jours de mesures ont été jugés suffisants.

- Village de Ndokoa : 3 jours de mesures ont été jugés nécessaires pour évaluer l'état initial de la qualité de l'air sur ce site compte-tenu du risque élevé de pollution (poussières et gaz) lors des futurs travaux.
- Village d'Ekombitié : 3 jours de mesures ont été jugés nécessaires compte-tenu du risque élevé de pollution (poussières et gaz) lors des futurs travaux.

Afin de couvrir les périodes de jour et de nuit, des relevés ont été réalisés à différents moments de la journée à raison de 4 mesures le jour entre 07:00 et 16:00 et 4 mesures la nuit entre 18:00 et 03:00. La durée de chaque mesure était d'environ 15 minutes jusqu'à obtention d'une valeur stable.

2.4. Conditions météorologiques

Les mesures ont été perturbées par les conditions météorologiques. En effet, la saison des pluies avait déjà commencé avant le début de l'étude, de ce fait les mesures ont très souvent été interrompues en cas de précipitations.

3. RESULTATS

Le **tableau 3** ci-dessous présente les résultats bruts des mesures de l'air ambiant sur le site du projet. Pour les 7 paramètres mesurés, nous présentons les valeurs obtenues le jour (07:00-18:00) et la nuit (18:00-03:00).

Pour chacun des 4 sites étudiés, la valeur minimale (Min), maximale (Max) et la moyenne (Moy) sont calculées en vue de faciliter l'interprétation des données. Une série de figures (**Figures 3 à 7**) illustre l'évolution de chaque paramètre dans les différentes stations.

Les valeurs obtenues sont comparées aux normes camerounaises, de l'OMS et de l'USEPA (**tableau 4**).

Tableau 3 Résultats du suivi de la qualité de l'air

		Période: 24 au 25-04-2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations	
		JOUR	NUIT									
EKOMBITÉ	JOUR	07:15	0,04	0	13	0	0	185,5	0	Circulation de véhicules, motocyclettes, camions de sable		
		10:40	0,19	0	15	0	0	182	0			
		13:00	0,22	0,034	27	0	0	200,8	0			
		16:00	0,17	0	13	0	0	196,8	0			
	NUIT	18:00	0,11	0	7	0	0	183,1	0			
		21:00	0,01	0	3	0	0	191,6	0			
		00:00	0,01	0	2	0	0	191,3	0			
		03:00	0	0	2	0	0	186	0			
			Période: 25 au 26-04-2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations
	JOUR	07:00	0,01	0	9	0	0	196,2	0	Circulation de véhicules, motocyclettes, camions de sable		
		10:00	0,17	0	11	0	0	200,5	0			
		13:00	0,25	0	13	0	0	195,5	0			
16:00		0,15	0	14	0	0	192,9	0				
NUIT	18:00	0,17	0	8	0	0	192,3	0				
	21:00	0,01	0	4	0	0	186	0				
	00:00	0,01	0	2	0	0	172,2	0				
	03:00	0	0	2	0	0	180,3	0				
		Période: du 27 au 28/04/2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations	
JOUR	07:00	0,01	0	10	0	0	237,2	0	Circulation de véhicules, motocyclettes, camions de sable			
	10:00	0,21	0	17	0,008	0	247,9	0				
	13:00	0,31	0,02	13	0,008	0	236,1	0				
	16:00	0,22	0	16	0	0	234,5	0				
NUIT	18:00	0,2	0	6	0	0	197,9	0				
	21:00	0,01	0	2	0	0	185,6	0				
	00:00	0	0	2	0	0	181,7	0				
	03:00	0	0	2	0	0	190,3	0				
		Min	0	0	2	0	0	172,2	0			
		Max	0,31	0,034	27	0,008	0	247,9	0			



Etudes environnementales complémentaires, projet hydroélectrique de Nachtigal
RAPPORT FINAL SUR LA QUALITE DE L'AIR (LOT 4)

NDOKOA	Moy		0,103	0,002	8,875	0,000	0,000	197,675	0,000	
	Période: du 29 au 30/04/2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations
	JOUR	07:00	0,01	0,001	7	0	0	180,4	0	Emissions de circulation de véhicules, camions, motocyclettes, bus, minibus transport
		10:00	0,21	0,022	11	0	0	205,6	0	
		13:00	0,11	0,031	13	0	0	209,1	0	
		16:00	0,33	0,001	8	0	0	203,3	0	
	NUIT	18:00	0,19	0,001	4	0	0	280,4	0	
		21:00	0,01	0,001	3	0	0	171,9	0	
		00:00	0,01	0	2	0	0	167,8	0	
		03:00	0	0	2	0	0	165,5	0	
Période: du 30/04 au 01/05/2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations	
JOUR	07:00	0,33	0,001	6	0	0	200,5	0	Emissions de circulation de véhicules, camions, motocyclettes, bus, minibus transport	
	10:00	0,39	0,031	19	0,008	0	195,5	0		
	13:00	0,37	0,033	16	0	0	191,6	0		
	16:00	0,21	0,022	10	0	0	191,3	0		
NUIT	18:00	0,21	0,015	5	0	0	186	0		
	21:00	0,18	0,001	4	0	0	172,2	0		
	00:00	0,01	0	2	0	0	180,3	0		
	03:00	0	0	2	0	0	186,7	0		
Période: du 02 au 03/05/2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations	
JOUR	07:00	0,17	0	4	0	0	203,3	0	Emissions de circulation de véhicules, camions, motocyclettes, bus, minibus transport	
	10:00	0,39	0,018	18	0	0	180,4	0		
	13:00	0,45	0,027	17	0,008	0	211,9	0		
	16:00	0,25	0,003	10	0	0	186,2	0		
NUIT	18:00	0,21	0,002	6	0	0	189,6	0		
	21:00	0,1	0,001	3	0	0	185,6	0		
	00:00	0,01	0	2	0	0	160,3	0		



Etudes environnementales complémentaires, projet hydroélectrique de Nachtigal
RAPPORT FINAL SUR LA QUALITE DE L'AIR (LOT 4)

	03:00	0	0	2	0	0	165,5	0		
	Min	0	0	2	0	0	160,3	0		
	Max	0,45	0,033	19	0,008	0	280,4	0		
	Moy	0,173	0,009	7,333	0,000	0,000	190,454	0,000		
NDJI	Période: du 03 au 04/05/2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations
	JOUR	07:00	0,01	0	4	0	0	165,5	0	
		10:00	0,28	0,018	18	0,008	0	161,7	0	Emissions de poussières de la route non bitumée et circulation de véhicules, motocyclettes, minibus transport
		13:00	0,32	0,027	17	0,008	0	174,6	0	
		16:00	0,25	0	14	0,0014	0	162,4	0	
	NUIT	18:00	0,16	0	4	0	0	159,1	0	
		21:00	0,29	0	2	0	0	155,4	0	
		00:00	0,01	0	2	0	0	161,5	0	
		03:00	0	0	2	0	0	141,2	0	
	Période: du 07 au 08/05/2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations
	JOUR	07:00	0,01	0	4	0	0	195,5	0	
		10:00	0,16	0,01	14	0,0011	0	181,9	0	Circulation de véhicules, motocyclettes, minibus transport
		13:00	0,28	0,02	13	0,008	0	194,6	0	
		16:00	0,19	0	11	0,0014	0	172,5	0	
	NUIT	18:00	0,16	0	4	0	0	158,9	0	
		21:00	0,01	0	2	0	0	164,5	0	
00:00		0,01	0	2	0	0	160,8	0		
03:00		0	0	2	0	0	161	0		
	Min	0	0	2	0	0	141,2	0		
	Max	0,32	0,027	18	0,008	0	195,5	0		
	Moy	0,13	0,00	7,19	0,00	0,00	166,9	0,00		
LYCEE BATCHEGA	Période: du 09 au 10/05/2014		SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations
	JOUR	07:00	0,37	0,018	17	0	0	165,4	0	Emissions de poussières route non bitumée et circulation de véhicules, motocyclettes, minibus transport
		10:00	0,31	0,014	18	0,008	0	171,2	0	



Etudes environnementales complémentaires, projet hydroélectrique de Nachtigal
RAPPORT FINAL SUR LA QUALITE DE L'AIR (LOT 4)

	NUIT	13:00	0,34	0,02	17	0,008	0	172,7	0		
		16:00	0,25	0	14	0,0016	0	181,5	0		
		18:00	0,11	0,001	7	0,013	0	167,9	0		
		21:00	-	-	-	-	-	-	-	-	Pluie / Arrêt des mesures
		00:00	0,03	0	2	0	0	152,3	0		
		03:00	0	0	2	0	0	157,6	0		
	Période: du 10 au 11/05/2014			SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	O3 (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m3)	PM2.5 (µg/m3)	Observations
	JOUR	07:05	0,32	0,027	17	0	0	180,7	0	Emissions de poussières route non bitumée et circulation de véhicules, motocyclettes, minibus transport	
		10:13	0,29	0,018	18	0,008	0	178	0		
		14:49	0,32	0,027	17	0,008	0	180,4	0		
		16:34	0,25	0	14	0,0014	0	179,4	0		
	NUIT	18:00	0,14	0,001	5	0,016	0	177,9	0		
		21:00	0,05	0	2	0	0	172,5	0		
		00:00	0,03	0	2	0	0	172,3	0	Pas de circulation de véhicules	
		05:30	0	0	2	0	0	167,3	0		
		Min	0	0	2	0	0	152,3	0		
		Max	0,37	0,027	18	0,016	0	181,5	0		
		Moy	0,19	0,01	10,27	0,00	0,00	171,8	0,00		

Légende:

- SO₂: Dioxyde de soufre
- NO₂: Dioxyde d'azote
- CO: Monoxyde de carbone
- O₃: Ozone
- COV: Composés organiques volatiles
- PM10 Particules de taille <10 µm
- PM2.5 Particules de taille <2.5 µm



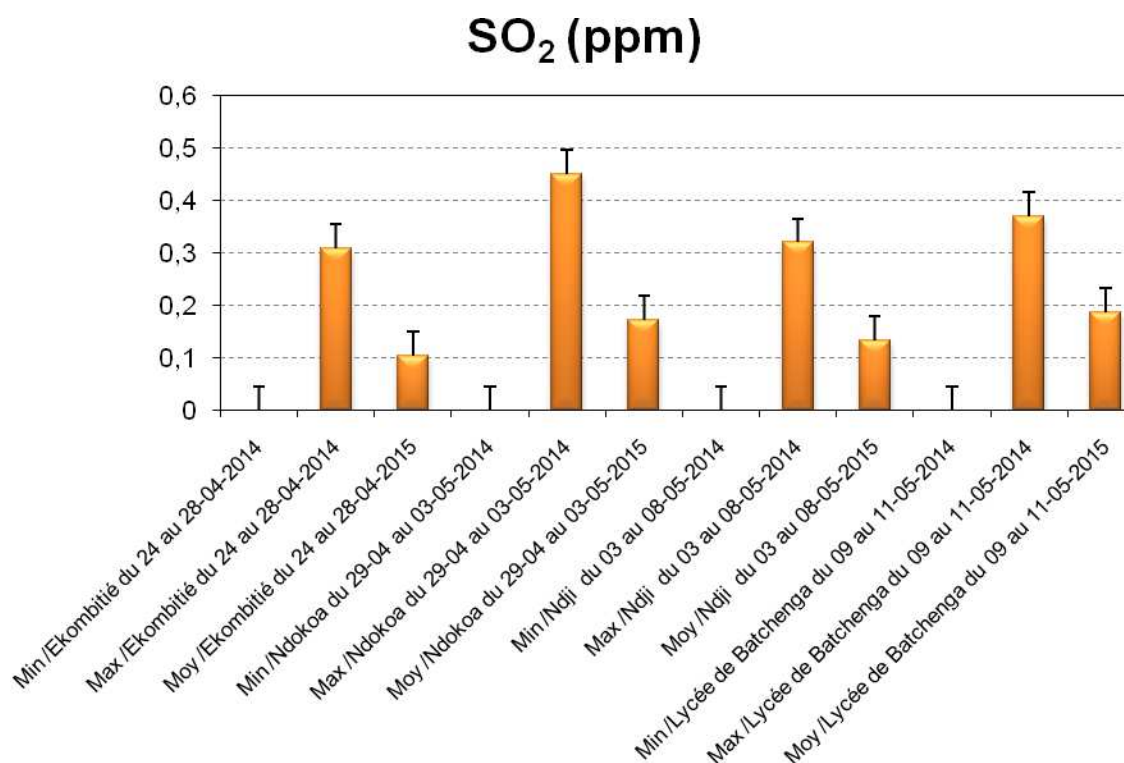


Figure 5 Variation du Dioxyde de soufre dans l'air ambiant

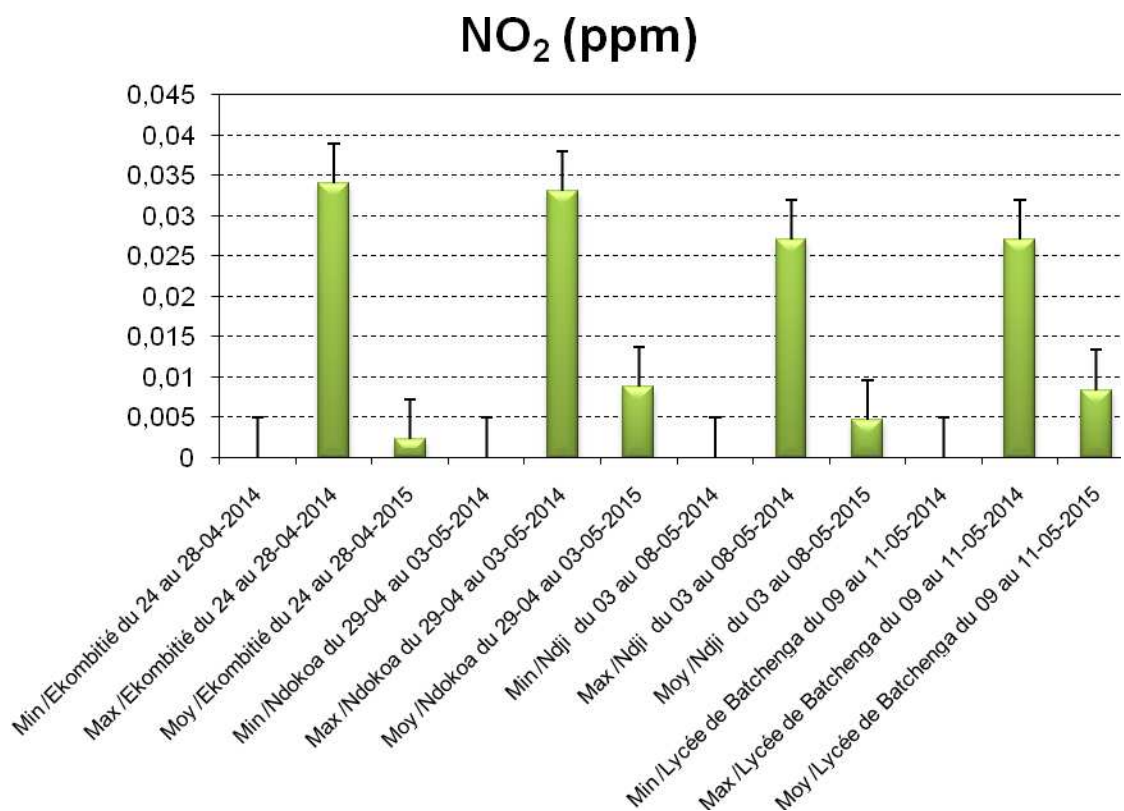


Figure 6 Variation du dioxyde d'azote dans l'air ambiant



Figure 7 Variation du monoxyde de carbone dans l'air ambiant

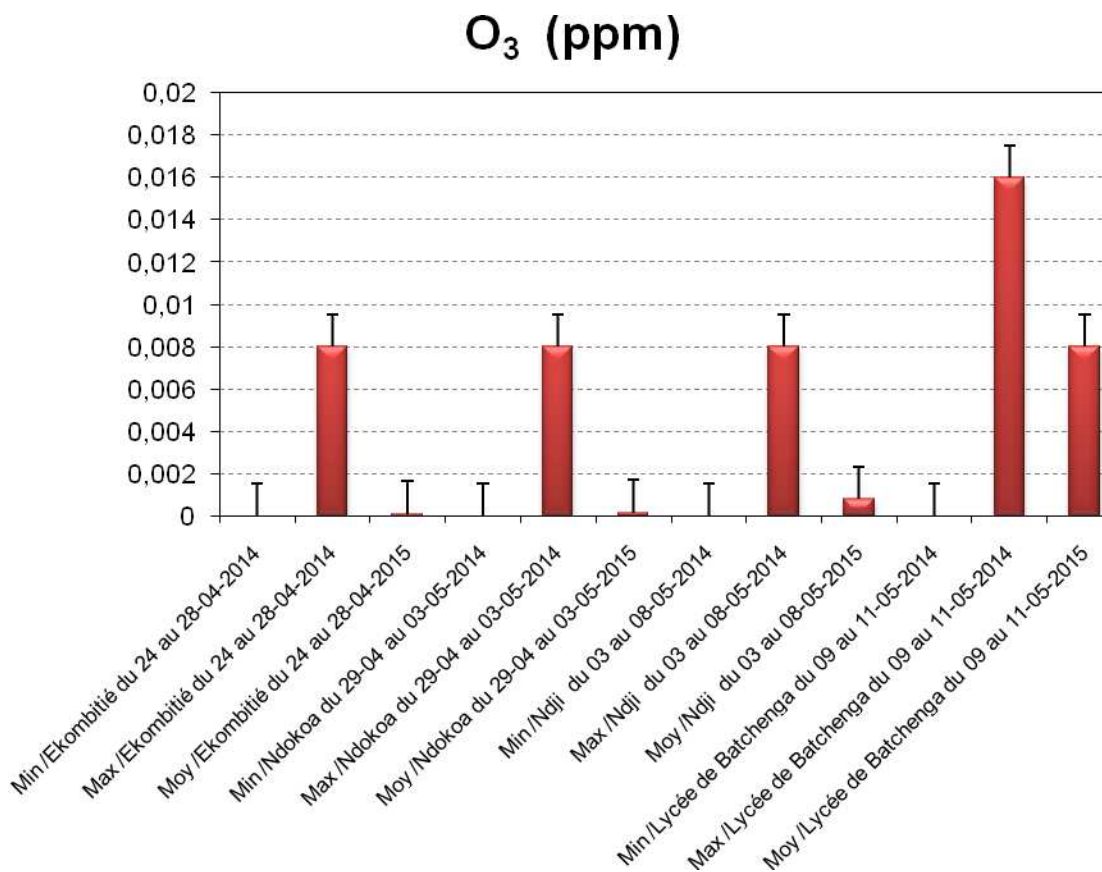


Figure 8 Variation de l'ozone dans l'air ambiant

PM10 (µg/m³)

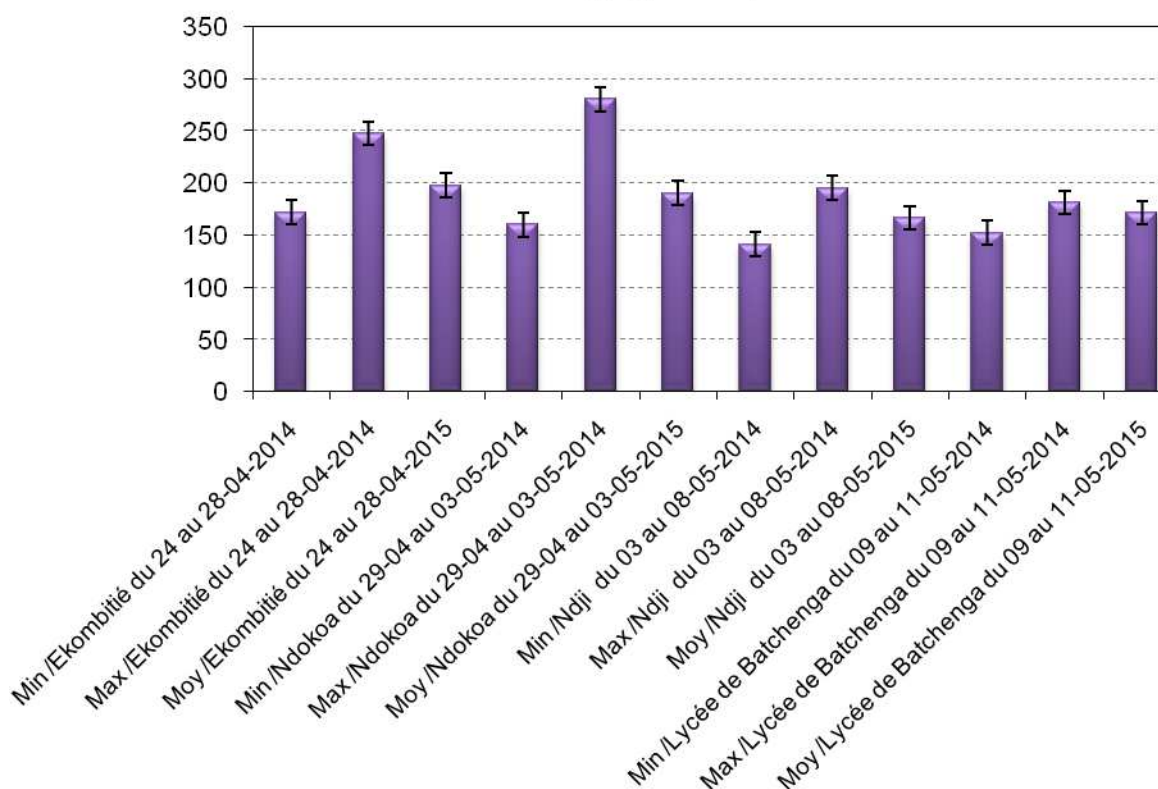


Figure 9 Variation des particules de taille inférieure à 10 µm

Tableau 4 Synthèse et analyse des données sur la qualité de l'air

	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	CO (ppm)	O ₃ (ppm)	COV (ppm)	PM10 (µg/m ³)	PM2.5 (µg/m ³)
Min / Ekombitié du 24 au 28-04-2014	0	0	2	0	0	172,2	0
Max / Ekombitié du 24 au 28-04-2014	0,31	0,034	27	0,002	0	247,9	0
Moy / Ekombitié du 24 au 28-04-2015	0,10	0,002	8,9	0,000	0	197,7	0
Min / Ndokoa du 29-04 au 03-05-2014	0	0	2	0	0	160,3	0
Max / Ndokoa du 29-04 au 03-05-2014	0,45	0,033	19	0,003	0	280,4	0
Moy / Ndokoa du 29-04 au 03-05-2015	0,17	0,009	7,3	0,000	0	190,5	0
Min / Ndji du 03 au 08-05-2014	0	0	2	0	0	141,2	0
Max / Ndji du 03 au 08-05-2014	0,32	0,027	18	0,003	0	195,5	0
Moy / Ndji du 03 au 08-05-2015	0,13	0,005	7,2	0,001	0	166,9	0
Min / Lycée de Batchenga du 09 au 11-05-2014	0	0	2	0	0	152,3	0
Max / Lycée de Batchenga du 09 au 11-05-2014	0,37	0,027	18	0,016	0	181,5	0
Moy / Lycée de Batchenga du 09 au 11-05-2015	0,19	0,008	10,3	0,003	0	171,8	0
Normes du Cameroun ¹	0,04 (a, e)	0,1 (c, e)	26,2 (a, e)	0,05 (b, e)	-	260 (a)	-
Normes de l'OMS ²	0,007 (a, e)	0,1 (c, e)	-	0,06 (b, e)	-	50 (a)	25 (a)
National Ambient Air Quality Standards of USEPA	0,075 (d)	0,1 (f)	35 (c)	7,5E-06 (b)	-	150(a)	35(a, f)

- (a) Concentration moyenne sur 24 heures
 (b) Concentration moyenne sur 8 heures
 (c) Concentration moyenne horaire
 (d) Concentration moyenne horaire (99^{ème} percentile des concentrations moyennes horaires sur trois ans)
 (e) Norme exprimée en µg/m³ dans la référence citée et convertie dans en ppm (1 atm et 25°C).
 (f) Concentration moyenne horaire (98^{ème} percentile des concentrations moyennes horaires sur trois ans)
 Moy Moyenne

¹ MINEP, 2009

² OMS, 2005

4. INTERPRETATION DES DONNEES

4.1 Dioxyde de soufre (SO₂)

La valeur maximale de SO₂ a été observée à Ndokoa, soit 0,45 ppm et la valeur minimale est de 0 ppm (LMD = 0,04 ppm), observé dans toutes les 3 stations de mesure. Les concentrations moyennes journalières sont supérieures aux normes internationales. Cette concentration de SO₂ peut être attribuée aux émissions de véhicules, camions, motocyclettes, bus, minibus transport en circulation sur la nationale N°1, mais pourrait également provenir d'autres sources (e.g. combustion domestique).

4.2 Dioxyde d'azote (NO₂)

La valeur maximale de NO₂ a été observée à Ndokoa (0,033 ppm) et Ekombitié (0,034 ppm), et la valeur minimale est de 0 ppm, observée dans toutes les 3 stations de mesure. La concentration de NO₂ peut être attribuée aux émissions de véhicules, camions, motocyclettes, bus, minibus transport en circulation sur la nationale N°1, à proximité du site de Ndokoa et camions de transport de sables et motocyclettes de passage à Ekombitié. Il est aussi à remarquer que les valeurs moyennes sur 24 heures obtenues pendant l'étude restent très inférieures aux normes du Cameroun, de l'OMS et de l'USEPA (Normes en concentration moyenne horaire).

4.3 Monoxyde de carbone (CO)

La valeur maximale de monoxyde de carbone (CO) a été observée à Ekombitié (27 ppm) et la valeur minimale est de 2 ppm, observée dans toutes les 3 stations de mesure. Les valeurs de CO sont attribuées aux émissions de véhicules, camions, motocyclettes, bus, minibus transport en circulation sur la nationale N°1. Pour toutes les stations, les valeurs moyennes obtenues sur 24 heures sont très inférieures aux normes du Cameroun (Concentration moyenne sur 8 heures) et de l'USEPA (Concentration moyenne horaire).

4.4 Ozone (O₃)

La concentration d'ozone (O₃) était <0,016 ppm à toutes les stations durant toute la durée de l'étude. Les valeurs observées restent très inférieures aux normes du Cameroun et de l'OMS et de l'USEPA (Concentration moyenne sur 8 heures).

4.5 Composés organiques volatiles (COV)

La concentration de COV était nulle (inférieure à la limite de détection) dans toutes les stations durant toute la durée de l'étude. Il n'y a aucune norme environnementale connue (OMS, Cameroun, USEPA).

4.6 Particules de taille <10 µm (PM10)

La valeur maximale de PM10 a été observée à Ndokoa (280,4 µg/m³) et la valeur minimale (141,2 µg/m³) a été observée au village Ndji. La proximité de la station de mesure de Ndokoa avec la nationale N°1 est à l'origine des valeurs de PM10 suite aux émissions de véhicules, camions, motocyclettes, bus, minibus transport en circulation. Les valeurs élevées observées à Ekombitié (Max : 247,9 µg/m³) sont à mettre au compte de l'envol des poussières et des émissions de véhicules sur la route non bitumée qui

mène au site du barrage. Les valeurs moyennes observées restent constamment en dessous de la norme en vigueur au Cameroun (Concentration moyenne sur 24 heures de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne pouvant être dépassée plus d'une fois dans l'année). Toutefois, ces moyennes sont supérieures la limite fixée sur 24h par les normes de l'OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et de l'USEPA ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les habitations les plus proches des points de mesures étaient situées en 10 et 20 mètres, par conséquent lors de la mise en œuvre du projet, des mesures adéquates de lutte contre l'envol des poussières sur les routes non bitumées devront être appliquées, notamment en saison sèche pour préserver la santé de la population.

4.7. Particules de taille <2.5 μm (PM2.5)

La concentration de PM2.5 était $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans toutes les stations durant toute la durée de l'étude et inférieur aux normes internationales.

5. CONCLUSION

L'étude sur la qualité de l'air visait à établir l'état initial des zones qui pourraient être impactées autour du site de Nachtigal. Les concentrations de divers polluants atmosphériques : dioxyde de soufre (SO_2), dioxyde d'azote (NO_2), le monoxyde de Carbone (CO), l'ozone (O_3), les composés organiques volatiles (COV), les poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10) et les poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns (PM2.5) ont été mesurées et les résultats obtenus montrent que les concentrations sont généralement inférieures aux limites prescrites par les normes camerounaises, OMS et USEPA, indiquant que la zone du projet est un site non pollué. Les valeurs de la qualité de l'air obtenues indiquent de faibles concentrations en polluants gazeux ce qui traduit une absence de pollution d'une source stationnaire (industrie, urbanisation, unité fonctionnant au fuel, etc.) ; les effets cumulatifs majeurs sont de ce faits à exclure. Les principales sources de pollution de l'air sont les routes non bitumées, le trafic local (sur la nationale N°1) et les activités domestiques comme l'utilisation du bois de chauffe, l'agriculture sur brulis et les feux de brousse.

Les concentrations de SO_2 dans l'air sont plus élevées que le bruit de fond « naturel » fréquemment rencontré dans des zones rurales (environ 0,005 ppm, selon USEPA). Ces concentrations élevées peuvent s'expliquer par la présence des points de mesure aux bords des routes puisqu'une source stationnaire n'est pas présente.

La présence de poussières PM10 dans l'air à des concentrations élevées est due à la proximité des routes non bitumées, par conséquent lors de la mise en œuvre du projet, des mesures adéquates de lutte contre l'envol des poussières devront être appliquées sur ces routes, principalement en saison sèche et à proximité des zones d'habitation. La fréquence de pluies dans la zone constitue un mode de régulation naturelle de cette pollution atmosphérique. En revanche, l'étude a été menée lors du début de la saison humide et des concentrations relativement élevées de PM10 ont été rencontrées.

En définitive, il peut être conclu que l'air ambiant dans la zone du projet est globalement de bonne qualité et en accord avec les normes nationales et internationales et pourrait de ce fait supporter les activités de mise en œuvre du futur barrage de Nachtigal et en tenant compte de sa bonne capacité d'autorégulation et l'application de mesures adéquates de minimisation des émissions de SO₂ (ex : entretien des véhicules de transport) et de lutte contre l'envol des poussières sur les routes non bitumées. Ces mesures d'évitement et de réduction des impacts des travaux sur la qualité de l'air seront développées dans le Plan de Gestion Environnementale et Sociale.

6. BIBLIOGRAPHIE

AECOM/SOGREAH, ERE Développement Sarl, 2011. Projet hydroélectrique de Nachtigal-Mise à jour de l'étude d'impact environnemental et social.

Normes environnementales et procédures d'inspection des installations industrielles et commerciales au Cameroun, Ministère de l'Environnement et la Protection de la Nature, Cameroun (MINEP désormais le MINEPDED), République du Cameroun, (2009), 116 p., (Disponible sur le site internet du MINEPDED).

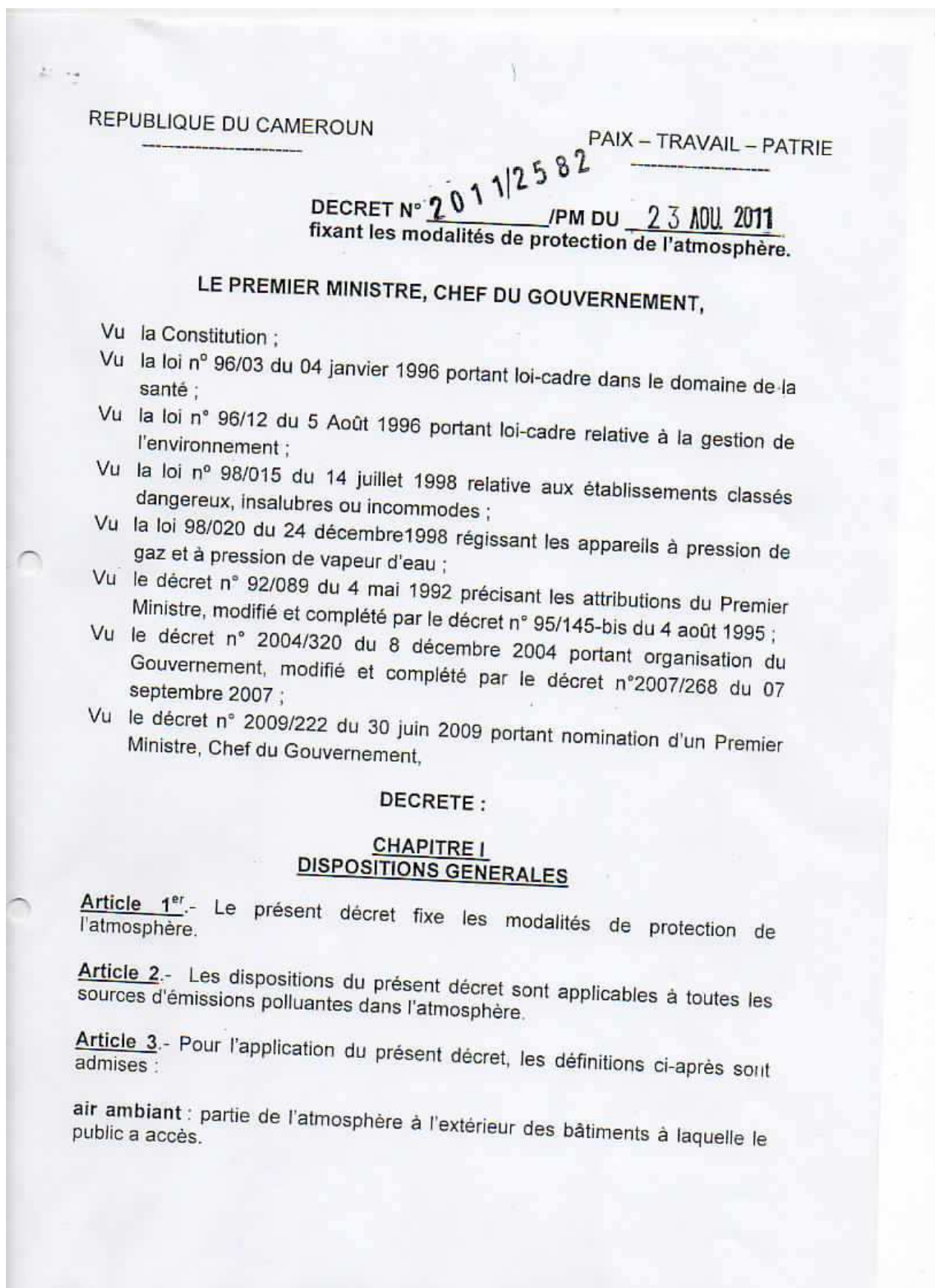
Organisation Mondiale de la Santé, 2005. Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre, 21p.

Environmental Protection Agency (EPA). (2014) National Ambient Air Quality Standards. Air and Radiation, <http://www.epa.gov/air/criteria.html>.

C. Vahlsing, K. R. Smith; 2011. Global review of national ambient air quality standards for PM10 and SO2 (24 h). Air Qual Atmos Health, DOI 10.1007/s11869-010-0131-2.

7. ANNEXES

7.1. **Annexe 1 Décret N° 2011/2582/PM du 23 Aout 2011 fixant les modalités de protection de l'atmosphère**



meilleures pratiques de gestion : activités, mesures et méthodes, y compris les procédures de fonctionnement et d'entretien et les actions liées, qui sont raisonnables et économiquement faisables pour une activité particulière dans le but de contrôler ou de réduire l'émission de polluants atmosphériques contrôlés dans l'air ambiant.

nouvelle source fixe : toute source stationnaire neuve ou transformée qui commence à fonctionner à la date de signature du présent décret.

permis environnemental : autorisation d'exercer une activité conforme à la réglementation environnementale en vigueur.

polluant atmosphérique contrôlé : tout polluant émis dans l'air ambiant qui figure à l'article 4 du présent décret.

source mobile : véhicule à moteur, engin portatif ou tout autre dispositif susceptible d'émettre un polluant atmosphérique contrôlé.

source stationnaire : bâtiment, structure ou installation qui émet ou qui est susceptible d'émettre un polluant atmosphérique contrôlé.

source stationnaire existante : source stationnaire qui fonctionne à la date de signature du présent décret.

unité de combustion : chaudière, incinérateur, générateur, moteur à combustion interne, foyer ou toute autre machine thermique qui brûle des combustibles et émet des polluants atmosphériques contrôlés.

CHAPITRE II DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES CONTROLES

Article 4.- Sont considérés comme polluants atmosphériques contrôlés :

1. les polluants atmosphériques radioactifs (krypton, radon.) ;
2. les polluants gazeux et poussières (acide chlorhydrique (HCl) ; monoxyde de carbone (CO) ; mercaptan ; dioxyde de carbone (CO₂) ; composés organiques volatiles (COV) ; benzène (C₆H₆) ; oxyde d'azote (NO₂) ; protoxydes d'azote (N₂O) ; Smogs photochimiques ; métaux et métalloïdes ; fluors et polluants fluorés ; méthane (CH₄) ; matières en suspensions (MES) ; plomb (Pb) ; soufre ; anhydre sulfureux (H₂S) ; dioxyde de soufre (SO₂) ;
3. les chlorofluorocarbones (CFC) ;
4. les polluants organiques persistants (POPs) ;
5. les substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO) énumérées dans les annexes du Protocole de Montréal de 1987 et ses amendements ;
6. les émissions mercurielles.

Article 5.- (1) Les stations de mesure et de contrôle de la qualité de l'air destinées à assurer le respect des prescriptions définies à l'article 21 de la loi n° 96/12 du 5 août 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement sont implantées dans les sites où la pollution est présumée supérieure aux valeurs limites fixées.

(2) Les sites d'implantation mentionnés à l'alinéa 1 concernent ceux :

- où la santé et l'environnement font l'objet d'une protection particulière ;
- qui sont susceptibles de donner une représentation valable de la pollution de l'air sur une grande parcelle du territoire.

(3) Un arrêté conjoint des Ministres en charge de l'environnement et des transports fixe les modalités d'installation, de fonctionnement et de contrôle des mesures de la qualité de l'air.

Article 6.- (1) Les informations et données recueillies dans les stations de contrôle sont transmises trimestriellement au Ministre en charge de l'environnement pour une large diffusion le cas échéant.

(2) Les mesures en station fixe s'effectuent soit en continu, soit par échantillonnage aléatoire. Ces mesures doivent être assez nombreuses pour permettre une bonne détermination du niveau de pollution. Elles peuvent être complétées par l'utilisation d'une modélisation ou par des mesures par moyens mobiles.

Article 7.- (1) Des zones de protection spéciales peuvent être instituées par décret pris, sur proposition du Préfet territorialement compétent, lorsque le niveau de polluant observé se situe en deçà du seuil minimum de qualité fixé par la réglementation ou au regard de certaines circonstances propres à en aggraver la dégradation.

(2) Le périmètre de chaque zone est déterminé en fonction du risque de dépassement des valeurs limites de polluants contrôlés.

CHAPITRE III DU FONCTIONNEMENT DES SOURCES D'EMISSION

Article 8.- (1) La mise en fonctionnement de toute nouvelle source fixe est subordonnée à l'obtention d'un permis environnemental.

(2) Un arrêté du Ministre en charge de l'environnement précise les modalités d'obtention, de suspension et de retrait dudit permis.

Article 9.- (1) Sauf indication contraire du Ministre en charge de l'environnement, en concertation avec les autres administrations compétentes, toute unité de combustion fixe doit respecter les limites d'émission atmosphériques suivant les normes en la matière fixées par l'organisme chargé de la normalisation et de la qualité.

(2) Pour chacune des catégories d'industries listées dans l'annexe du présent décret, le Ministre en charge de l'environnement prend un arrêté fixant les limites d'émission des polluants atmosphériques contrôlés.

Article 10.- (1) Tout exploitant de source fixe est tenu d'appliquer les meilleures pratiques de gestion pour contrôler et/ou réduire l'émission potentielle de polluants atmosphériques contrôlés.

(2) Les exploitants dans le secteur d'oléoducs ou de gazoducs mettent en application des pratiques spécifiques de contrôle d'émission de polluants atmosphériques de manière à respecter les valeurs limites prévues par la réglementation en vigueur.

Article 11.- (1) Tout exploitant de source fixe tient à jour les documents indiquant la conformité aux limites d'émission de polluants atmosphériques contrôlés. Ces documents sont conservés dans les fichiers de la source fixe pour une période d'au moins dix (10) ans.

(2) Les registres de contrôle ou de surveillance sont présentés à toute réquisition des agents assermentés de l'environnement.

Article 12.- Il est interdit de bloquer, démonter ou rendre inefficace un appareil de contrôle d'émission installé sur une source d'émission, sous peine de sanctions prévues par la législation en vigueur.

CHAPITRE IV **DISPOSITIONS DIVERSES, TRANSITOIRES ET FINALES**

Article 13.- Les unités en cours d'exploitation et/ou en cours de fonctionnement disposent d'un délai de trois (3) ans à compter de la date de signature du présent décret pour se conformer à des dispositions.

Article 14.- Le présent décret qui abroge toutes les dispositions antérieures contraires, sera enregistré, publié suivant la procédure d'urgence, puis inséré au Journal Officiel en français et en anglais.-

Yaoundé, le 23 AOÛ. 2011


**LE PREMIER MINISTRE,
CHEF DU GOUVERNEMENT,**

Philémon YANG

ANNEXE : liste des industries susceptibles de polluer l'atmosphère

Catégories soumises aux limites d'émission
1. Métaux bruts et exploitation de minerai de fer
2. Brasseries
3. Cimenterie
4. Exploitation et production du charbon
5. Fonte du cuivre
6. Industrie laitière
7. Fabrication de teintures
8. Industrie de la galvanisation
9. Fonderies
10. Traitement des fruits et légumes
11. Installations industrielles
12. Production du fer et de l'acier
13. Fonte du plomb et du zinc
14. Exploitation des forêts et préparation du bois
15. Scieries
16. Boucherie et traitement de viande
17. Fabrication d'engrais
18. Exploitation (à terre) du pétrole et du gaz
19. Formulation des pesticides
20. Fabrication des pesticides
21. Fabrication des produits pétrochimiques
22. Raffinage de pétrole
23. Imprimerie
24. Usines de pâte à papier
25. Production du sucre
26. Tannage et fabrication du cuir
27. Industrie textile
28. Usines (nouvelles) d'électricité thermique
29. Usines (existantes et modifiées) d'électricité thermique
30. Fabrication des huiles végétales
31. Industrie de la préservation du bois
32. Toutes autres industries identifiées par le Ministère en charge de l'environnement, après consultation des administrations compétentes.

7.2. Annexe 2 Cartographie des stations de mesures

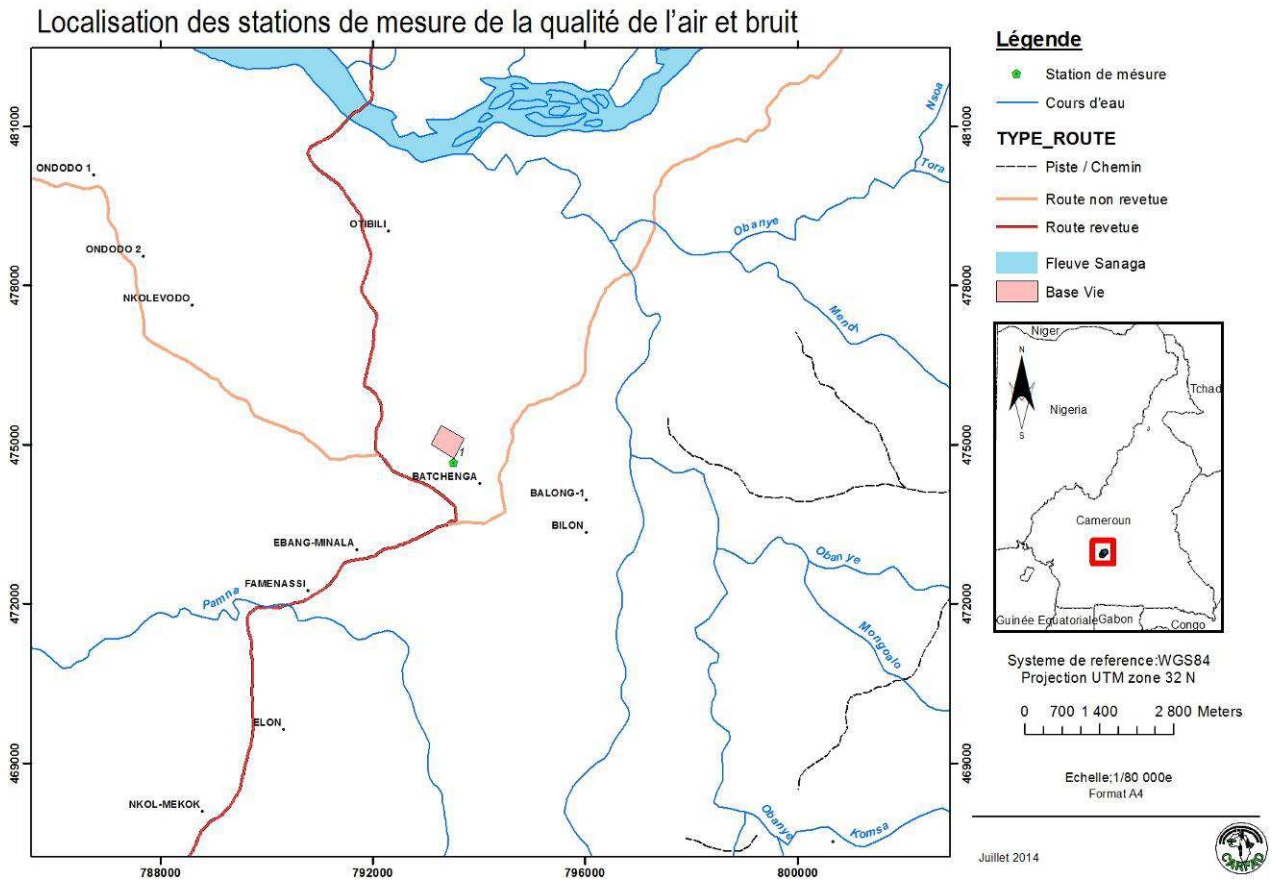
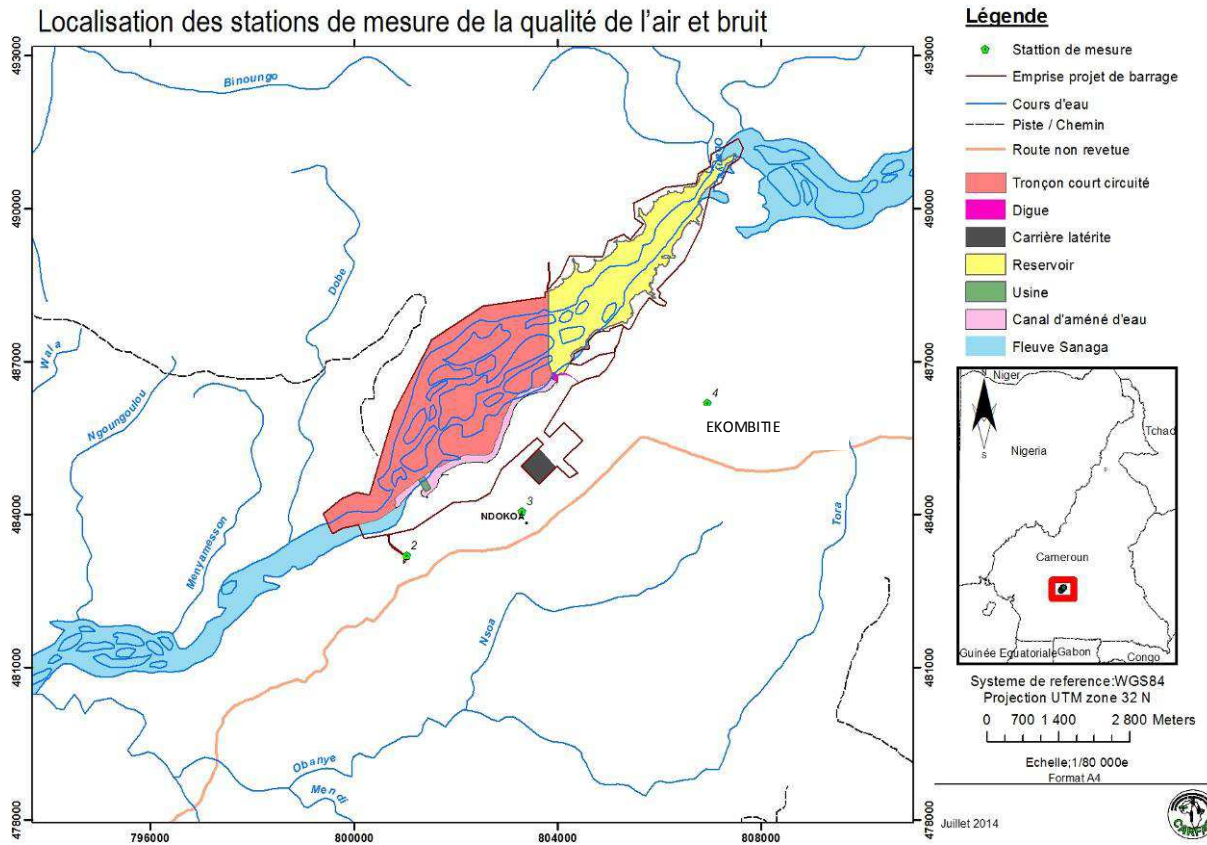


Figure 10 : Base de vie proche du Lycée de Batchenga / Station 1



Légende

- ▶ : Station 2 (Ndji)
- ▶ : Station 3 (Ndokoa)
- ▶ : Station 4 (Ekombité)

Figure 11 : Stations 2 à 4 proches de la zone de développement du projet de barrage

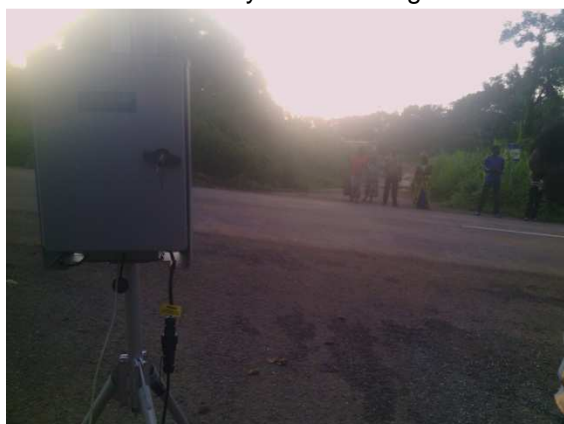
7.3. Annexe 3 : Photographies



Station Mesure Lycée Batchenga/Station 1



Station Mesure Lycée Batchenga/Station 1



Station Mesure Ndji (Nachtigal Aval) /Station 2



Station Mesure Ndji (Nachtigal Aval) /Station 2



Station Mesure Village Ndokoa /Station 3



Station Mesure Village Ndokoa /Station 3



Station de mesure Village Ekombité-Nachtigal
Amont /Station 4



Station de mesure Village Ekombité /Station 4