

Rapport de mission Campagnes AWATox 1, 2, 3 & 4



Mesures microbiologiques, chimiques, microplastiques et écotoxicologiques des eaux maritimes proches d'effluents de la presqu'île de Dakar et enquête auprès de la population littorale

Patrice BREHMER (IRD, LEMAR Co ISRA CRODT), Guillaume CONSTANTIN DE MAGNY (IRD, MIVEGEC Co IPD), Amidou SONKO (UCAD/FMPO), Philippe GUINOT (Path), Bass DIALLO (Birdlife)



Septembre 2016

ISRA-CRODT, IRD Office*, Centre de recherche PRH, Hann, Dakar, Senegal
*Institut de Recherche pour le Développement, Dpt OCEAN/UMR195 Lemar

Liste des Tableaux.....	3
1. Contexte	5
1. Enquête et campagnes AWATox	5
a. Enquête de terrain AWATox.....	5
b. Campagne à la mer principale : AWAtox 1	6
c. Campagne à la mer secondaire AWATox2.....	7
d. Campagne à la mer secondaire AWAtox 3	7
2. Stratégie d'échantillonnage	8
3. Résumé des données et échantillons collectés	9
a. L'enquête de terrain	9
b. Les informations ornithologiques	9
c. Récapitulatif des données principales acquises en mer.....	9
4. Matériels et méthodes.....	11
a. Sédiment.....	11
b. Qualité de l'eau	11
i. Microbiologie	11
ii. Métaux lourds	13
iii. Paramètres physicochimiques	14
iv. Les microplastiques	14
Remerciements.....	16
5. Annexe I : Feuille d'enquête de terrain	17
6. Annexe II : sites d'échantillonnage.....	19
Site N°1 – Coordonnées GPS : 14.769456,-17.449049 (Cambéréne)	19
Site N°2 – Coordonnées GPS : 14.766937,-17.478672 (Yoff Tonghor).....	19
Site N°3 - Coordonnées GPS : 14.748700,-17.520144 (Ngor).....	20
Site N°4 - Coordonnées GPS : 14.738355,-17.519112 (Vivier)	20
Site N°5 - Coordonnées GPS : 14.713744,-17.491012 (Ouakam).....	21
Site N°6 - Coordonnées GPS : 14.653854,-17.468710 (Ile des Madelaines)	21
Site N°7 - Coordonnées GPS : 14.677953,-17.460680 (Soubédioune).....	22
Site N°8 - Coordonnées GPS : 14.654729,-17.438689 (Dentec)	22
Site N°9 - Coordonnées GPS : 14.714914,-17.430293 (Hann 1).....	23
Site N°10 - Coordonnées GPS : 14.730725,-17.417036 (Hann 2)	23
Site N°11 - Coordonnées GPS : 14.678542,-17.420338 (Port autonome de Dakar)	24
Site N°12 – Coordonnées GPS : 14.86480,-17.23492 (Lac rose).....	24
Site N°13 - Coordonnées GPS : 14.788700,-17.394200 (Guédiawaye).....	25
Site N°14 - Coordonnées GPS : 14.721800,-17.510200 (Mamelles)	25
Site N°15 - Coordonnées GPS : 14.684200,-17.469800 (UCAD)	26
Site N°16 - Coordonnées GPS : 14.71027,-17.28347 (Rufisque 1).....	26
Site N°17 - Coordonnées GPS : 14.706867,-17.262260 (Rufisque 2)	27
Annexe 3 : observations ornithologiques	28

Liste des Tableaux et figures

Tableau 1 : liste des participants à l'enquête de terrain AWATox et les principaux sites étudiés...	6
Tableau 2 : liste des personnes embarquées durant la première campagne AWATox et les principaux paramètres étudiés.....	7
Tableau 3 : liste des personnes embarquées durant la deuxième campagne AWATox et les principaux paramètres étudiés.....	7
Tableau 4 : liste des personnes embarquées durant la troisième campagne AWATox 3 et les principaux paramètres étudiés.....	8
Tableau 5 : Caractérisation en genre, en tranche d'âge et en catégorie socioprofessionnelle des personnes questionnées durant l'enquête AWATox (n = 511).....	9
Tableau 6 : Récapitulatif des numéros d'échantillons collectés et des paramètres étudiés durant les campagnes AWATox 1, 2 et 3. Sédiments TGS = Toxicité générale des sédiments ; Hg = Mercure ; G = Granulométrie ; Pt = Phosphore total ; C = Carbone ; N = azote ; Mb = Microbiologie ; ML = Métaux lourds ; MES = Matières En Suspension.....	10
Tableau 7: Données de la météo sur la date du 1 ^{er} juin 2016 de AWATox1. Source WRF et WW3.	11
Tableau 8 : Résultats microbiologiques pour les 11 prélèvements.....	12
Tableau 9 : Résultats des amplifications PCR pour les marqueurs de présence de <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Vibrio vulnificus</i> et des marqueurs d'appartenance au séro groupe O1 et facteur de virulence <i>ctxA</i>	13
Tableau 10 : récapitulatif des observations géo référencées des espèces d'oiseaux marins et leur effectifs.....	28
Tableau 11 ! Résumé des espèces rencontrées dans les différents sites d'étude (n=1856 individus).....	30
Figure 1 : Le nombre d'échantillons était fixé à 15 en zone littoral.....	8
Figure 2 : analyse à l'IPD de Dakar sous la supervision du Dr Guillaume Constantin de Magny et Pr Amy Gassama.....	12
Figure 3 : préparation des échantillons pour analyse au spectromètre d'absorption atomique par flamme a IRD US Imago LAMA campus de Bel air.....	13
Figure 4 : analyse au photomètre des échantillons au CRODT.....	14
Figure 5: Méthode de prélèvement des microplastiques avec le filet bongo 200 µm (A) et les échantillons de microplastiques (B). De la gauche vers la droite, on a respectivement les échantillons de Yoff Tonghor, de Ngor, de Ouakam, de l'île des Madeleines, de Hann 1 et Hann 2. Absent de la photo le site de Cambéréne (forte présence d'algue qui a demandé un reconditionnement).....	15



1. Contexte

Avec le développement industriel, l'environnement connaît tous les jours des modifications très intenses. Ces modifications entraînent des perturbations sur l'ensemble des écosystèmes (interactions entre les écosystèmes, entre biotope et biocénose, et entre espèces). Le milieu marin est sans doute le plus vulnérable. Tous les déchets solides et liquides finissent dans les océans. Il devient ainsi le réservoir de toute sorte de polluant qu'on peut imaginer. On peut ainsi noter la pollution par les microorganismes, par les matières organiques biologiques, par les produits chimiques usuels, la pollution industrielle, par les pétroles, la pollution radioactive, par les microplastiques, etc. L'impact de cette pollution dépend essentiellement de l'état physique et de la nature chimique des rejets (Soudan, 1963). La région de Dakar qui représente 0,3% de la superficie du pays et 25% de la population nationale regroupe le plus grand nombre d'industries (70%), on peut donc citer : les industries agroalimentaires, les manufactures du tabac, les cimenteries, les industries énergétiques, les industries de poisson, les savonneries africaines, etc. (Ba, 2011). Vu sa population et son industrialisation, l'environnement de la région de Dakar subit une très forte pression anthropique. Malgré tout, Dakar ne dispose que d'une seule station d'épuration fonctionnelle (Station de Cambéréne) de 9 600 m³ de débit journalier, ne traitant que 13% des eaux usées produites à Dakar avec un réseau d'évacuation de 623 km. 70% des effluents rejetés dans la mer sont d'origine industrielle et pouvant contenir divers polluants tels que les métaux lourds, les colorants, les polluants organiques, etc. ce qui se traduit par une dégradation du milieu aquatique (Diop, 2012).

Ces campagnes ont visées spécifiquement à évaluer, sur la presqu'île de Dakar, l'écotoxicité des sédiments, la qualité de l'eau ainsi que la présence de microplastiques en termes d'identification et d'abondance. Les points de prélèvement choisis se situent aux sorties des effluents et sont supposés toxiques.

1. Enquête et campagnes AWATox

Au total une enquête de terrain et trois campagnes à la mer pour réaliser des prélèvements ont été effectuées.

a. Enquête de terrain « AWATox 4 »

Nommée Awatox4, cette enquête, en collaboration avec l'ONG Path, le CRODT, l'IPD et l'IRD a été faite entre 16 et 23 avril 2016 dans les zones riveraines du littoral de la presqu'île de Dakar : Yoff Ntonghor (par Alassane SAGNA) ; Ngor et Almadies (par Amidou SONKO) ; UCAD et Gueule Tapé (par Djibril SANGHARE) ; Hann Mariste (par Djilane NDOYE) et Yarakh et Pikine (par Ousmane SAGNA) (Tableau 1). Ces zones ont été choisies à partir du plan d'échantillonnage à la mer mais également en raison de leurs populations hétérogènes. L'objectif a été de voir la perception de la pollution marine autour de la presqu'île du Cap-Vert par les populations. Un questionnaire a été établi au préalable (Annexe I) et a permis d'illustrer la perception de la pollution du littoral par les populations résidentes *e.g.* des sources de pollution, les voies de contamination, les impacts sanitaires, les responsabilités étatiques et locales, les solutions à mettre en place.

Tableau 1 : liste des participants à l'enquête de terrain AWATox4 et les principaux sites étudiés.

Nom et Prénoms	Profession/Institution	Rôle	Zones d'enquête
Mlle. NDOYE Djilane	Enquêtrice/CRODT-ISRA	Enquêtrice	Hann Mariste
Mr. SAGNA Alassane	Etudiant L2/U.V.S	Enquêteur	Yoff Tonghor
Mr. SAGNA Ousmane	Etudiant L3/I.A.M	Enquêteur	Pikine et Yarakh
Mr. SANGHARE Djibril	Etudiant M2/UCAD-FMPO	Enquêteur	UCAD et Gueule Tapé
Mr. SONKO Amidou	Etudiant M2/UCAD-FMPO	Chef d'équipe	Ngor et Almadies
MR. GUINOT Philippe	Directeur/Path Senegal	Formateur	
DR. BREHMER Patrice	Chercheur/IRD	Superviseur	

b. Campagne à la mer principale : AWAtox 1

Cette campagne regroupe 11 sites de prélèvement et qui a été effectuée à la date du 1er juin 2016 :

- Cambéréne,
- Yoff Tonghor,
- Ngor,
- Vivier,
- Ouakam,
- Ile des Madeleines,
- Soumbédioune,
- Dantec,
- Hann 1,
- Hann 2
- Port autonome de Dakar.

Les personnes embarquées dans cette campagne sont listées dans le Tableau 2. Les échantillons de sédiments, d'eaux et microplastiques ont été prélevés, à l'exception du site 11 (Port autonome de Dakar), les échantillons de sédiments ont été prélevés durant la deuxième campagne.

Dans les sédiments, la toxicité générale, le mercure, la granulométrie, le phosphore total, le carbone et l'azote ont été analysés.

Pour les échantillons d'eaux, les paramètres étudiés sont la microbiologie (entérocoques intestinaux, *Escherichia coli*, les salmonelles et les vibrions), les métaux lourds (Aluminium, Cadmium, Chrome, Cobalt, Cuivre, Fer, Manganèse, Mercure, Nickel, Zinc), et les paramètres physicochimiques (Azote Ammonium, Nitrate-azote, Nitrite-azote, Oxygène dissous, pH, Phosphate, Conductivité, Température, Turbidité, Pouvoir d'oxydoréduction (ORP), Salinité, Matières en suspension (MES).

Note : certains métaux n'ont pas été analysés comme l'Arsénique, et le Plomb.

Le dénombrement et la quantification des microplastiques ont été effectués pour les sites suivants : Cambéréne, Yoff Ntonghor, Ngor, Ouakam, Ile des Madeleines, Hann 1 et Hann 2.

Tableau 2 : liste des personnes embarquées durant la première campagne AWATox1 et les principaux paramètres étudiés.

Nom et Prénoms	Profession/Institution	Rôle	Paramètres étudiés
BREHMER Patrice	Chercheur/IRD	Chef Mission	<ul style="list-style-type: none"> • Sédiments toxicité générale et mercure, granulométrie, phosphore total, carbone et azote ; • Eaux microbiologie (entérocoques intestinaux, <i>Escherichia coli</i>, salmonelles et vibrions), métaux lourds (Aluminium, Cadmium, Chrome, Cobalt, Cuivre, Fer, Manganèse, Mercure, Nickel, Zinc), Paramètres physicochimiques (Azote ammonium, Nitrate-azote, Nitrite-azote, Oxygène dissous, pH, Phosphate, Conductivité, Température, Turbidité, Salinité, Matières en suspension (MES) ; Microplastiques : dénombrement et quantification. Problème avec le Potentiel d'oxydoréduction (ORP)
CONSTANTIN DE MAGNY Guillaume	Chercheur/IRD	Microbio	
Mr. SONKO Amidou	Etudiant M2 /UCAD-FMPO	Ecotox	
Mr. DIALLO Bass	Birdlife	Ornithologue	
Mr FALL Djiby	TTSM	Pilote	

c. Campagne à la mer secondaire AWATox2

Elle a été effectuée le 21 juin 2016 avec l'équipe listée en Tableau 3 sur les sites suivants :

- Lac rose,
- Guédiawaye,
- Mamelles,
- UCAD.

Les sédiments ont été prélevés pour l'analyse de la toxicité globale et de la teneur en mercure. Les paramètres physicochimiques des eaux ont été déterminés uniquement sur les sites du Lac rose et des mamelles.

Tableau 3 : liste des personnes embarquées durant la deuxième campagne AWATox2 et les principaux paramètres étudiés.

Nom et Prénoms	Profession/Institution	Rôle	Paramètres étudiés
Mr. COREA Khassoum	Etudiant M2/UCAD-ESP	iXsurvey	Sédiments : toxicité générale des sédiments et mercure Eaux : les paramètres physicochimiques (Azote ammonium, Cuivre, Nitrate-azote, Nitrite-azote, Oxygène dissous, pH, Phosphate, Conductivité, Température, Turbidité, Salinité. Problème avec le Potentiel d'oxydoréduction (ORP)
Mr. SONKO Amidou	Etudiant2/UCAD-FMDO	Ecotox	
Mr. CROTTE Bernard	TTSM	Pilote	
Mr. FALL Djiby	TTSM	Marin	
Mr. SAMBOU Michel	TTSM	Marin	

d. Campagne à la mer secondaire AWATox 3

Deux sites ont été prélevés dans cette campagne le 23 juillet 2016 :

- Rufisque 1
- Rufisque 2

Comme pour la campagne Awatox2, des échantillons de sédiments (toxicité générale des sédiments et teneur en mercure) ainsi que la mesure des paramètres physicochimiques de la colonne d'eau, ont été prélevés. Le personnel est listé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : liste des personnes embarquées durant la troisième campagne AWATox 3 et les principaux paramètres étudiés.

Nom et Prénoms	Profession/Institution	Rôle	Paramètres étudiés
Mlle. DIOGOUL Ndague	Etudiant M2/UCAD-ISE	Envir.	Sédiments : toxicité générale des sédiments et mercure.
Mr. SONKO Amidou	Etudiant M2/UCAD-FMDO	Ecotox	Eaux : les paramètres physicochimiques (Azote ammonium, Cuivre, Nitrate-azote, Nitrite-azote, Oxygène dissous, pH, Phosphate, Conductivité, Température, Turbidité, Potentiel d'oxydoréduction (ORP), Salinité.
Mr. FALL Djiby	TTSM	Pilote	

Les différences de paramètres étudiés observées entre les sites s'explique principalement par les moyens de faisabilité (moyens matériels et financiers).

2. Stratégie d'échantillonnage

Les sites de prélèvement choisis correspondent aux sorties d'effluents domestiques et industriels, traités et/ou non traités. Ces sites peuvent être supposés toxiques. Pour assurer le contrôle de qualité de cette étude, un échantillon blanc comme les îles de la Madeleine, le Lac rose et Mamelles ont été choisis. Les échantillons d'eaux, de sédiments et de microplastiques ont été prélevés pour déterminer la qualité des eaux, la qualité des sédiments et la quantité des microplastiques. L'ensemble de ces mesures n'a pas pu être réalisé pour les sites : Mamelles, Lac Rose, Guedawaye, Rufisque 1 et 2 et UCAD. L'enquête de terrain est limitée à la zone de la presqu'île de Dakar. Une extension en région est prévue dès financement.

Figure 1 : Le nombre d'échantillons était fixé à 15 en zone littoral.



Figure 1 : plan d'échantillonnage réalisé en trois temps la campagne AWATox1 et AWATox2 et AWATox3. Pour les deux campagnes AWATox 2 & 3 uniquement les mesures faites au photomètre, avec la sonde multi paramètre et avec la benne à sédiment ont été réalisées.

3. Résumé des données et échantillons collectés

a. L'enquête de terrain

Elle a duré 4 jours, 511 personnes ont été questionnées sur les 5 sites (100 personnes par site) dont 75% d'hommes et 25% de femmes. La population est majoritairement jeune et comprend 47% pour la tranche d'âge de 15 à 29 ans, 40% pour celle de 30 à 49 ans et 13% pour les personnes âgées de 50 ans et plus. Les personnes enquêtées sont en majorité (65%) non pêcheurs qui ne représente que 13% des sondés suivi par les étudiants (18%) et les fonctionnaires (5%).

Tableau 5 : Caractérisation en genre, en tranche d'âge et en catégorie socioprofessionnelle des personnes questionnées durant l'enquête AWATox (n = 511).

Sexe	Hommes	382	75%
	Femmes	129	25%
Tranche d'âge	15-29 ans	242	47,35%
	30-49 ans	209	40,90%
	+ de 50 ans	64	12,52%
Catégories socioprofessionnelle	Pêcheurs	67	13,11%
	Etudiants	90	17,67%
	Fonctionnaires	25	4,89%
	Autres	329	64,38%

L'enquête a été prolongée et dure encore (+ 30 à ce jours), une extension hors Dakar est prévu, sous réserve de financement.

b. Les informations ornithologiques

Les données d'inventaire et de comptage d'oiseaux sont encore en cours de traitement à Birdlife.

c. Récapitulatif des données principales acquises en mer

Voire tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 : Récapitulatif des numéros d'échantillons collectés et des paramètres étudiés durant les campagnes AWATox 1, 2 et 3. Sédiments TGS = Toxicité générale des sédiments ; Hg = Mercure ; G = Granulométrie ; Pt = Phosphore total ; C = Carbone ; N = azote ; Mb = Microbiologie ; ML = Métaux lourds ; MES = Matières En Suspension.

Site	Date	N° Station	N° échantillon sédiment	Sédiment				Eau							Distance cote (m)	Distance effluent (m)	Prof. (m)	GPS Lat N	GPS Long W
				T.G.S	Hg	G; Pt; C&N	N° échantillon eau	Mb	M.L	Sonde ¹	Photomètre ²	Hg	MES	Microplastique					
Cambéréne	01/06/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	447	474	7,3	14.769456	17.449049
Yoff Tonghor	01/06/2016	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	122	143	2,2	14.766937	17.478672
Ngor	01/06/2016	3	3	3	3	3	3	3	3	No	3	3	3	3	84	102	3	14.748700	17.520144
Vivier	01/06/2016	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	No	145	176	5,2	14.738355	17.519112
Ouakam	01/06/2016	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	89	104	4,3	14.713744	17.491012
Ile Madeleines	01/06/2016	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	85/2200	2868/49	6	14.653854	17.468710
Soumbédioune	01/06/2016	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	No	54	62	3,7	14.677953	17.460680
Dentec	01/06/2016	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	No	149	149	6	14.654729	17.438689
Hann 1	01/06/2016	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	6	62	76	1,9	14.714914	17.430293
Hann 2	01/06/2016	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	505	161	4	14.730725	17.417036
Port de Dakar	01/06/2016	11	15	15	15	No	11	11	11	11	11	11	11	No	44	44	9	14.678542	17.420338
Lac rose	21/06/2016	12	11	11	11	No	12	No	No	12	12	No	No	No	868	7067	20,54	14.86480	17.23492
Guédiawaye	22/06/2016	13	12	12	12	No	No	No	No	No	No	No	No	No	303	303	?	14.788700	17.394200
Mamelles	23/06/2016	14	13	13	13	No	13	No	No	14	14	No	No	No	739	990	20,58	14.721800	17.510200
UCAD	24/06/2016	15	14	14	14	No	No	No	No	No	No	No	No	No	47	175	?	14.684200	17.469800
Rufisque 1	23/07/2016	16	16	15	15	No	No	No	No	16	16	No	No	No	153	153	5	17.71027	17.28347
Rufisque 2	23/07/2016	17	17	16	16	No	No	No	No	17	17	No	No	No	76	660	4,5	14.706867	17.262260

¹ Se reporter au §4, sonde Hanna 9829.

² Se reporter au §4 photometre Hanna 82203.

4. Matériels et méthodes

La collecte d'échantillons de sédiments, de l'eau ainsi que de microplastiques a été réalisée le 01 juin 2016, le 21 juin 2016 et le 23 juillet 2016. Les dates ont été choisies en fonction de la météo (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), la composante de vent d'Est étant favorable à une attention à la cote

Tableau 7: Données de la météo sur la date du 1^{er} juin 2016 de AWATox1. Source WRF et WW3.

Heure	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h
Vitesse du Vent (nœuds)	5	4	3	5	10	9	9
Rafales (nœuds)	6	5	4	6	11	11	12
Direction vent	NEE	NEE	SEE	SEE	NEE	NEE	NEE
Vague (m)	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Période des vagues (s)	8	12	12	14	14	14	15
Direction des vagues	NW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
Température aire (°C)	23	23	24	25	25	24	24
Couverture nuageuse (%)	0	0	0	0	6	9	12

a. Sédiment

Le prélèvement a été réalisé avec une benne à sédiment du CRODT. Environ 300 à 600 g des trois premiers centimètres de sédiments ont été prélevés. Les échantillons ont été conservés dans des flacons en polyéthylène de 250 ml et 10 ml puis stockés au frais (4°C) jusqu'aux analyses.

b. Qualité de l'eau

i. Microbiologie

Les échantillons ont été prélevés en surface (5 centimètres de fond) avec des flacons en verre, pré conditionnés à l'IPD, de 1 litre puis conservés au frais (10-12°C). Les analyses ont révélées la présence en grand nombre d'*Escherichia coli*, d'entérocoques pour 7 et 6 des 11 prélèvements, respectivement. *Salmonella spp.* a été isolée dans un seul des 11 prélèvements (Tableau 8). Nous avons également recherché la présence de *Vibrio ssp* dont certains sont potentiellement pathogènes pour l'homme. Nous avons utilisé des marqueurs moléculaires afin de rechercher la présence de bactérie *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*. En complément, nous avons aussi recherché un marqueur de caractérisation du séro groupe O1 pour *V. cholerae* ainsi qu'un marqueur de facteur de virulence *ctxA*. Les résultats ont confirmé la présence de *Vibrio parahaemolyticus* dans l'échantillon #2 et de *Vibrio cholerae* dans les échantillons 8, 10, et 11 (Tableau 9). Aucune PCR ne s'est révélée positive pour O1 et *ctxA*, suggérant que les bactéries *V. cholerae* détectées dans les échantillons appartiennent au groupe des non O1/non O139 présentent naturellement dans l'environnement aquatique côtier.

Tableau 8 : Résultats microbiologiques pour les 11 prélèvements.

Echantillon	Paramètres	Dénombrement <i>E. coli</i> (germe dans 100 ml)	Entérocoques (germe dans 100 ml)	<i>Salmonella spp</i> (recherche sur 1l)	Conformité
	Méthodes	NF ISO 9308-1	NF EN ISO 7899-2	ISO 19250	
	Critère (m)	<100	<100	Absence	
#1		1.10 ⁴	3,9.10 ²	Présence	Non
#2		3.10 ³	<15	Absence	Non
#3		4,5.10 ³	1,7.10 ³	Absence	Non
#4		<15	<15	Absence	Oui
#5		<15	<15	Absence	Oui
#6		<15	<15	Absence	Oui
#7		>3,4.10 ⁴	4,7.10 ³	Absence	Non
#8		7,4.10 ²	2,3.10 ²	Absence	Non
#9		3,9.10 ³	1,8.10 ²	Absence	Non
#10		4,5.10 ³	6,2.10 ²	Absence	Non
#11		<15	<15	Absence	Oui



Figure 2 : analyse à l'IPD de Dakar sous la supervision du Dr Guillaume Constantin de Magny et Pr Amy Gassama.

Tableau 9 : Résultats des amplifications PCR pour les marqueurs de présence de *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* et des marqueurs d'appartenance au séro groupe O1 et facteur de virulence *ctxA*.

ID	Vptox	Vctox	Vvtox	CtxA	O1
1					
2	+				
3					
4					
5					
6					
7					
8		+			
9					
10		+			
11		+			

ii. Métaux lourds

Les prélèvements ont été effectués en surface (5 premiers centimètres) avec les flacons en polyéthylène (bouteilles de prélèvement). Les échantillons ont été transmis dans les flacons en polyéthylène de 250 ml (bouteilles de conservation) dans lesquels, on a mis 0,5 ml d'acide nitrique (HNO₃) concentré (0,2% v/v, qualité ultratrace) pour ramener le pH à 2. Ces bouteilles de conservation sont placées dans des sacs stériles en plastique à fermeture métallique puis stockés au réfrigérateur (entre 0 et 5°C) pour éviter toute contamination extérieur et ralentir toute réaction physico-chimique possible.



Figure 3 : préparation des échantillons pour analyse au spectromètre d'absorption atomique par flamme a IRD US Imago LAMA campus de Bel air.

iii. Paramètres physicochimiques

Les paramètres physicochimiques ont été mesurés avec le photomètre Hanna 83203 de l'IRD (Azote ammonium, Cuivre, Nitrate-azote, Nitrite-azote, pH, Phosphate) et la sonde Hanna 9829 de l'IRD (Température, Potentiel d'oxydo-réduction, Salinité, Oxygène dissous et Turbidité).

Avec le photomètre : les prélèvements ont été effectués avec des flacons propres en polyéthylène. A part le pH qui est mesuré surplace, les échantillons ont été conservés dans les flacons en polyéthylène de 250 ml dans lesquels on a mis 0,5ml d'acide sulfurique concentré pour ramener le pH à 2 à des fins de post analyse au labo. Ensuite ces flacons sont stockés à 4°C jusqu'aux analyses (dans les 72 heures). Les flacons utilisés le Phosphate ont été lavés à l'acide chlorhydrique au 1/2 et rincés à l'eau déionisée.

Avec la sonde : les paramètres ont été mesurés *in situ* tout au long de la colonne d'eau et toutes les secondes.



Figure 4 : analyse au photomètre des échantillons au CRODT.

iv. Les microplastiques

Les prélèvements ont été effectués en surface par le Filet bongo (+flowmeter), maille de 200 micromètre de l'IRD. Le filet est maintenu stable à la surface (une moitié sous l'eau et l'autre moitié au-dessus) par trois cordes qui sont accrochés à un targon qui maintient ce filet sur le flanc au plat bord du bateau. L'échantillonnage a été fait à vent faible (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et la vitesse du bateau est restée aux alentours de 2 nœuds (3 à 4 km/h). La distance parcourue par le bateau est enregistrée par un GPS. Les échantillons sont mis dans des bouteilles en verre numérotés. Le filtrat est stocké dans des flacons en polyéthylène de 500 ml dans lesquels on a mis 30 ml de formol à 10% pour le fixer le vivant qui y trouve.

A



B

Figure 5: Méthode de prélèvement des microplastiques avec le filet bongo 200 μm (A) et les échantillons de microplastiques (B). De la gauche vers la droite, on a respectivement les échantillons de Yoff Tonghor, de Ngor, de Ouakam, de l'île des Madeleines, de Hann 1 et Hann 2. Absent de la photo le site de Cambéréne (forte présence d'algue qui a demandé un reconditionnement).

Remerciements

Ce projet a été initié dans la cadre du projet AWA avec la collaboration du ministère de l'environnement (DEEC) et nous souhaitons remercier ici sa directrice Pr Mariline Diara, ainsi que le Pr Amy Gassama (IPD), et François Galgani qui a activement préparé cette campagne à nos côtés.

Nous remercions en particulier

- TTSM et son directeur Jean Maes pour la mise à disposition gracieuse de son navire et de son équipage
- Caoutchouc et plastique (CP) et son directeur Emmanuel Furiosi pour le financement de l'enquête de terrain.

Un remerciement très marqué à Philippe Guinot pour les enquêtes de terrain et la supervision avec la FSS de l'inventaire 'photographique' géo référencé d'une partie des effluents de la presqu'île (non présenté ici). Nous remercions aussi, le groupe Kirene pour le financement des analyses microbiologiques (AWAtox1) et Birdlife en la personne de Justine Dossa pour la mise à disposition d'un observateur ornithologique (projet Alcyon).

5. Annexe I : Feuille d'enquête de terrain

L'enquête a été effectuée sur le terrain grâce au questionnaire ci-dessous, les enquêteurs étaient munis de smartphone avec l'application ODK³ administré par Philippe Guinot. Le questionnaire a été établi par la commission environnement de la FSS puis amendé et corrigé par l'IDP, le CRODT et l'IRD. A noté l'existence d'une mini enquête menée par la FSS sur la zone de Ngor.

- Date
- Prénom et Nom de l'enquêteur
- Coordonnées GPS de la zone d'enquête
- Sexe de la personne enquêtée (féminin, masculin)
- Age de la personne enquêtée
- Profession de la personne enquêtée (cultivateur, artisan, ménagère, éleveur, ouvrier, fonctionnaire, pêcheur, élève commerçant, étudiant, chercheur, aucune, autorité, autres.
- Vous a-t-on déjà consulté sur la pollution marine ? (oui ou non)
- Si oui quand (moins d'1 an, entre 1 et 5 ans, plus de 5 ans)
- Avez-vous déjà entendu parler de manifestations ou revendications contre la pollution marine (oui ou non)
- Si oui quand (moins d'1 an, entre 1 et 5 ans, plus de 5 ans)
- A quel endroit utilisez-vous principalement le littoral/l'océan ? (là où nous sommes, grande côte, Guédiawaye, Yoff-virage, Almadies)
- Quelle est votre perception du niveau de pollution de l'océan à l'endroit cité dans la question 10 (très faible, faible, modéré, élevée, extrêmement élevée)
- Quelles utilisations faites-vous de l'eau de mer (aucune utilisation, nettoyage d'aliments, maraichage, lavage du corps, linge, lavage d'animaux, usage rituel, baignade, surf, plongée ou pêche, autres)
- Quel est votre fréquence d'utilisation de l'eau de mer ou contact avec de l'eau de mer (quotidienne, plusieurs fois par semaine, une fois par semaine, une fois par quinzaine, autres)
- Quelle sont selon vous les principales causes de la pollution maritime (rejets d'égout, plastiques, rejets industriels, cadavres d'animaux, rejets des bateaux en mer, autre)
- Avez-vous été malade suite à une baignade (oui, non)
- Avez-vous eu connaissance de cas de personne malade suite à une baignade (oui, non)
- Avez-vous déjà été malade suite à la consommation de produits de la mer (oui non)
- Avez-vous eu connaissance de cas de personne malade suite à la consommation de produits de la mer (oui ou non)
- Avez-vous été malade par respiration de l'air en bord de mer (oui ou non)
- Avez-vous eu connaissance de cas de personne malade par respiration de l'air en bord de mer (oui ou non)

³ ODK Collect renders forms into a sequence of input prompts that apply form logic, entry constraints, and repeating sub-structures. Users work through the prompts and can save the submission at any point. Finalized submissions can be sent to (and new forms downloaded from) a server. Currently, ODK Collect uses the Android platform, supports a wide variety of prompts (text, number, location, multimedia, barcodes), and works well without network connectivity. <https://opendatakit.org/use/collect/>

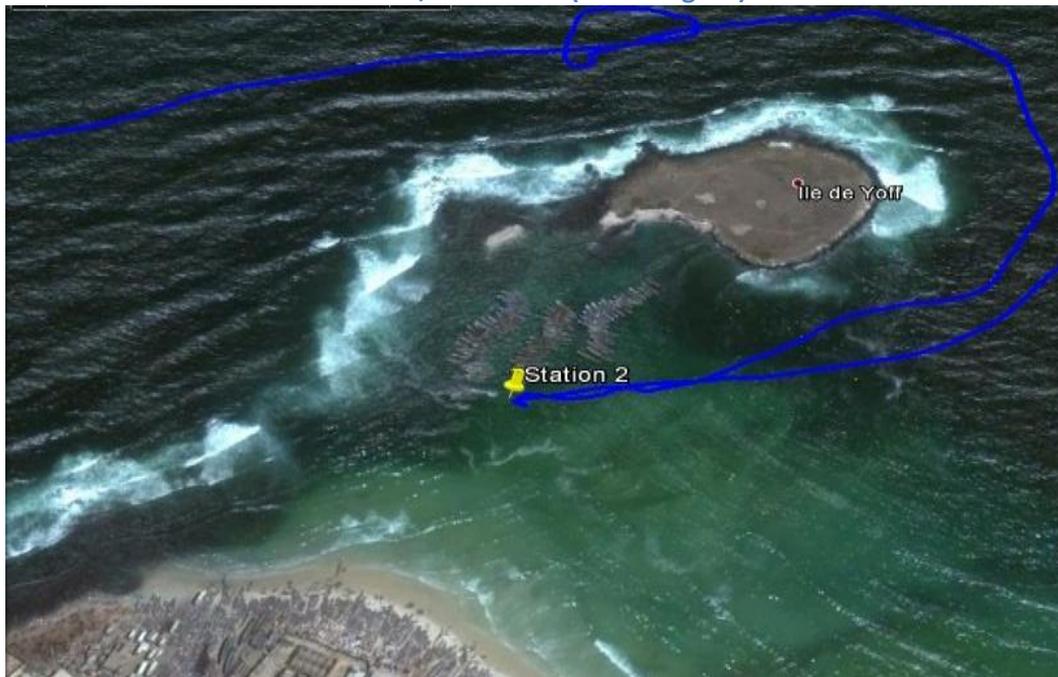
- Quel impact la pollution marine a-t-elle sur votre vie quotidienne (aucun impact, cela m'inquiète mais je n'ai pas ou ne peux pas changer mes habitudes, je n'utilise plus l'eau de mer, je ne mange plus les de la mer ou j'évite le littoral, autre)
- Quel impact la pollution marine a-t-elle sur votre santé (aucun impact ; toux, bronchite, maux de gorges, difficultés à respirer ; mal aux yeux, conjonctivites ; éruption cutanées [boutons, démangeaison], fièvre, rhume, nez qui coule, autres)
- Avez-vous plutôt ressenti ces symptômes plutôt ? (toute l'année, saison sèche, hivernage, toute l'année et surtout la saison sèche, toute l'année et surtout hivernage)
- Selon vous au cours des 1 à dernières années le niveau de pollution s'est-t-il plutôt (fortement aggravé, aggravé, resté le même, amélioré, beaucoup amélioré)
- Etes-vous satisfait de l'implication des autorités nationales concernant la pollution du littoral (pas du tout, partiellement, complètement)
- Etes-vous satisfait de l'implication des autorités locales concernant la pollution du littoral (pas du tout, partiellement, complètement)
- En matière de pollution maritime, quelles solutions souhaiteriez-vous voir mis en place (i- test réguliers de la qualité des eaux avec alerte aux populations ; ii-sensibilisation, éducation et informations des populations ; iii-arrêt des rejets d'égout ; iv-ramassage des ordures ; v-arrêt de la pollution industrielle ; vi-traitement des eaux usées ; vii-autres)
- Etes-vous prêts à vous impliquer dans une action collective contre la pollution du littoral
- Si oui, pouvez-vous me donner votre numéro de téléphone

6. Annexe II : sites d'échantillonnage

Site N°1 – Coordonnées GPS : 14.769456,-17.449049 (Cambéréne)



Site N°2 – Coordonnées GPS : 14.766937,-17.478672 (Yoff Tonghor)





Site N°3 - Coordonnées GPS : 14.748700,-17.520144 (Ngor)



Site N°4 - Coordonnées GPS : 14.738355,-17.519112 (Vivier)





Institut Pasteur

Site N°5 - Coordonnées GPS : 14.713744,-17.491012 (Ouakam)



French National Research Institute for Sustainable Development



Site N°6 - Coordonnées GPS : 14.653854,-17.468710 (Ile des Madeleine)





Site N°7 - Coordonnées GPS : 14.677953,-17.460680 (Sombédioune)



Site N°8 - Coordonnées GPS : 14.654729,-17438689 (Dentec)





Site N°9 - Coordonnées GPS : 14.714914,-17.430293 (Hann 1)



Site N°10 - Coordonnées GPS : 14.730725,-17.417036 (Hann 2)





Institut Pasteur



French National Research Institute for Sustainable Development

Site N°11 - Coordonnées GPS : 14.678542,-17.420338 (Port autonome de Dakar)



Site N°12 – Coordonnées GPS : 14.86480,-17.23492 (Lac rose)



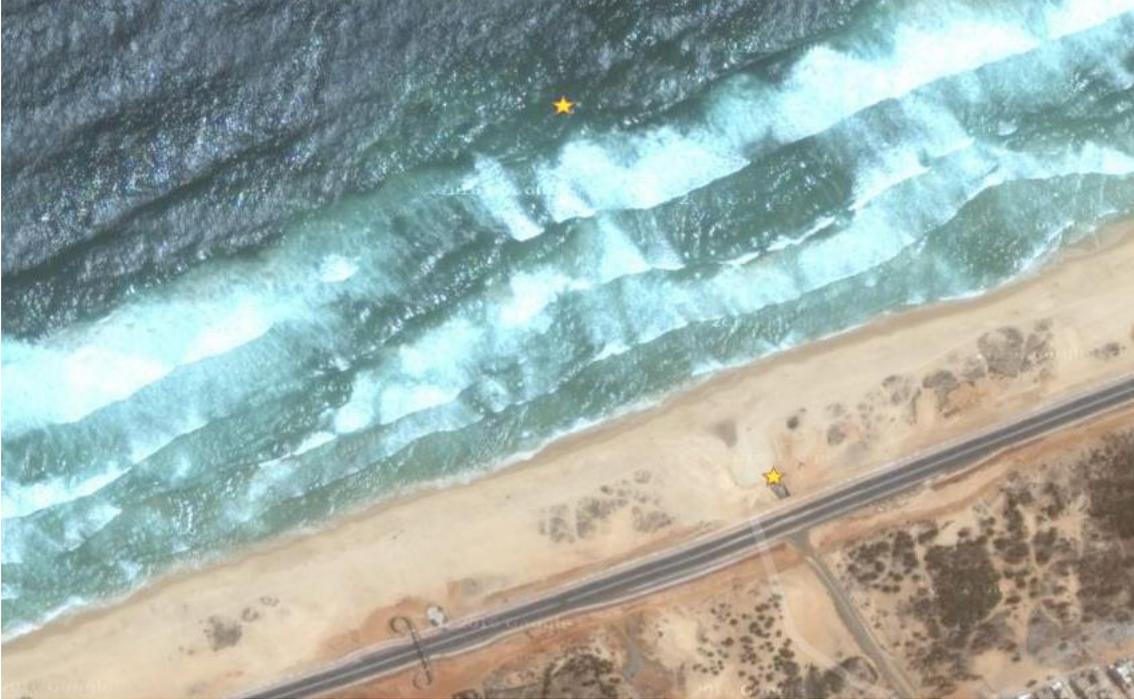


Institut Pasteur

Site N°13 - Coordonnées GPS : 14.788700,-17.394200 (Guédiawaye)

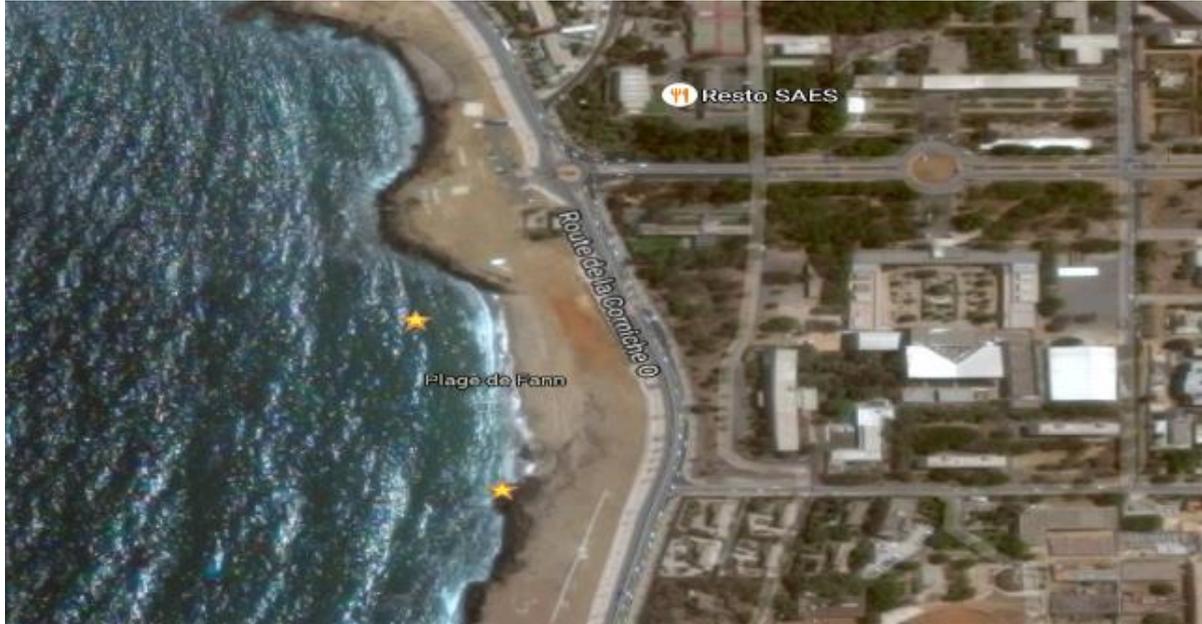


French National Research Institute for Sustainable Development



Site N°14 - Coordonnées GPS : 14.721800,-17.510200 (Mamelles)





Site N°16 - Coordonnées GPS : 14.71027,-17.28347 (Rufisque 1)





Institut Pasteur

Site N°17 - Coordonnées GPS : 14.706867,-17.262260 (Rufisque 2)



IRD Institut de Recherche
pour le Développement
FRANCE

French National Research Institute for Sustainable Development



Annexe 3 : observations ornithologiques

Date : Le 01 Juin 2016

Départ : Port de Dakar

Observateur : Mamadou Bassirou Diallo (Birdlife)

Tel : 77 437 26 68

Mail : mamebass2@gmail.com

Tableau 10 : récapitulatif des observations géo référencées des espèces d'oiseaux marins et leur effectifs.

Heures	Noms Communs	Noms Scientifiques	Nbrs d'individus	Cord. GPS	Sites
08h 30mn	-Sterne Royale -Grand Cormoran -cormoran Africain -Milan Noir	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Phalacrocorax africanus</i> - <i>Milvus migrans</i>	35 53 05 02	14°40'37.9 017°25'18.4	Sortie port de DK
08h 40mn	-Sterne Royale -Grand cormoran	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	18 09		
08h 50mn	- Grand Cormoran -Milan noir	- <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Milvus migrans</i>	02 01		
09h 00mn	-Fou de Bassan -Océanite de Wilson - Grand Cormoran - Sterne Royale	- <i>sula bassana</i> - <i>océanites oceanicus</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Sterna maxima</i>	01 02 04 01	14°43'20.5 017°21'07.9	Hauteur Hôtel des Almadies
09h 10mn	-Grand Cormoran - Sterne Royale - Océanite de Wilson -Guifette Noire -Pélican Gris	- <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>océanites oceanicus</i> - <i>Chlidonias niger</i> - <i>Pelecanus rufescens</i>	01 01 02 28 02		Hauteur Ngor Virage
09h 20mn	-Puffin du Cap-Vert - Guifette Noire - Océanite de Wilson - Sterne Royale - Pélican Gris -Pélican Blanc	- <i>Daption capense</i> - <i>Chlidonias niger</i> - <i>océanites oceanicus</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>Pelecanus rufescens</i> - <i>Pelecanus onocrotalus</i>	01 06 03 04 03 02	14°46'21.5 017°27'25.1	Hauteur Yoff Warrar et Tonghor
09h 30mn	- Sterne Royale - Guifette Noire	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Chlidonias niger</i>	12 03	14°46'10.1 017°26'56.2	Hauteur Égout Cambéréne à 94m de la côte, profondeur 06m
09h 40mn	- Grand Cormoran - Sterne Royale - Guifette Noire	- <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>Chlidonias niger</i>	02 06 05		
09h 50mn	- Guifette Noire - Sterne Royale - Grand Cormoran	- <i>Chlidonias niger</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	03 05 02		
10h 00mn	- Sterne Royale- - Pélican Blanc - Guifette Noire	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Pelecanus onocrotalus</i> - <i>Chlidonias niger</i>	27 02 07		
10h 10mn	- Guifette Noire - Sterne Royale - Milan Noir	- <i>Chlidonias niger</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>Milvus migrans</i>	05 14 01		
10h 20mn	-Sterne Royale -Guifette Noire - Guifette leucoptère	- <i>Sterna maxima</i> <i>Chlidonias niger</i> <i>Chlidonias leucoterus</i>	11 07 05		
10h 30mn	-Sterne Royale -Guifette Noire -Grand cormoran -labbe Parasite	<i>Sterna maxima</i> <i>Chlidonias niger</i> <i>Phalacrocorax carbo</i> <i>Stercorarius parasiticus</i>	01 07 01 01		
10h 40	-Sterne Royale - Guifette Noire	<i>Sterna maxima</i> <i>Chlidonias niger</i>	07 23		
10h 50mn	-Sterne Royale	- <i>Sterna maxima</i>	16		

	- Guifette Noire - Grand cormoran	- <i>Chlidonias niger</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	08 01		
11h 00mn	-Sterne Royale - Guifette Noire	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Chlidonias niger</i>	10 01		
11h 10mn	-Sterne Royale - Guifette Noire	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Chlidonias niger</i>	18 02		
11h 20mn			00		
11h 30mn			00		
11h 40mn			00		
11h 50mn			00		
12h 00mn			00		
12h 10mn			00		
12h 20mn	- Guifette Noire - Sterne Royale -Guifette Moustac - Grand cormoran	<i>Chlidonias niger</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>Chlidonias hybrida</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	14 05 03 05	14°46'01.1 017°28'49.3	Yoff à 30m du débarcadère de Tonghor, profondeur 04m
12h 30mn	Guifette Noire - - Sterne Royale - Grand cormoran	<i>Chlidonias niger</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	12 05 03		
12h 40mn	-Guifette Noire - Sterne Royale - Grand cormoran	<i>Chlidonias niger</i> - <i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	03 12 02		
12h 50mn	-Guifette Noire - Guifette Moustac - Grand Cormoran -Cormoran Africain	- <i>Chlidonias niger</i> - <i>Chlidonias hybrida</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Phalacrocorax africanus</i>	40 03 09 04	14°46'16.6 017°28'10.2	Derrière l'île de Yoff, profondeur 07m
13h 00mn	- Guifette Noire -guifette leucoptère - Grand Cormoran	- <i>Chlidonias niger</i> - <i>Chlidonias leucoterus</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	23 04 04		
13h 10mn	-Guifette Noire -Sterne Royale -Grand Cormoran		09 03 01		
13h 20mn	-Cormoran Africain	<i>Phalacrocorax africanus</i>	02	14°44'55.5 017°31'12.7	Petite crique entre Ngor et King Fath Palace, profondeur 05m
13h 30mn			00		
13h 40mn			00		
13h 50mn			00		
14h 00mn			00		
14h 10			00		
14h 20mn	-Sterne Royale - Grand Cormoran	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	14 08	14°44'18.5 017°31'03.4	Almadie vivrier à 50m de la côte Profondeur 06m
14h 30mn	- Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	02		
14h 40mn	- Sterne Royale - Grand Cormoran	<i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i>	19 19		
14h 50mn	-Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	02		Plage Ouakam à 50m de la côte 06m profondeur
15h 00mn			00		
15h 10mn			00		
15h 20mn			00		
15h 30mn	-Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	02		
15h40mn			00		
15h 50mn	-grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	03		
16h 00mn			00		
16h 10mn	-Grand Cormoran	- <i>Phalacrocorax carbo</i>	372	14°39'13.0 017°28'07.1	Iles de la madeleine à 20m de la plage des tortues
16h 20mn			00		
16h 30mn	-Sterne Royale	- <i>Sterna maxima</i>	02		
16h 40mn			00		

16h 50mn	-Sterne royale	- <i>Sterna maxima</i>	03		
17h 00mn	-Sterne Royale -Grand cormoran -Cormoran Africain -Héron Gardebœuf -Milan Noir Corbeau Pie	- <i>Sterna maxima</i> - <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Phalacrocorax africanus</i> - <i>Bubulcus ibis</i> - <i>Milvus migrans</i> - <i>Corvus albus</i>	06 45 07 65 80 03	14'40'40.7 017'27'38.4	Baie de Soumbédioune à 46m en face de la canal 04
17h 10mn			00		
17h 20mn			00		
17h 30mn			00		
17h 40mn	-Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	62	14'39'17.3 017'26'19.1	Derrière Hôpital le Dantec
17h 50mn	-Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	105		
18h 00mn	-Fou de Bassan -Grand Cormoran	<i>Sula Bassana</i> <i>Phalacrocorax carbo</i>	01 60		
18h 10mn	-Grand Cormoran -sterne Royale	- <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Sterna maxima</i>	135 44		Hauteur Monaco Plage
18h 20mn	-Grand Cormoran -Cormoran africain -Grande Aigrette	<i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Phalacrocorax africanus</i> - <i>Egretta alba</i>	17 08 02		Hauteur Bel Air
18h 30mn	-Cormoran Africain -Grand Cormoran -Aigrette Dimorphe -Aigrette Garzette Guifette leucoptère	<i>Phalacrocorax africanus</i> <i>Phalacrocorax carbo</i> - <i>Egretta gularus</i> - <i>Egretta garzetta</i> - <i>Chlidonias leucopterus</i>	04 15 17 03 01	14'42'54.1 017'25'48.7	Baie de Hann à 60m de la jetée du canal sur la plage de la marinage
18h 40mn	-	-	00		
18h 50mn	-Goéland Railleur	- <i>Larus genei</i>	150		Baie de Hann Montagne
19h 00			00		
19h 10mn	Sterne Royale Guifette Noire	<i>Sterna maxima</i> <i>Chlidonias niger</i>	14 01		
19h 20mn			00		

En conclusion : 1856 individus ont été dénombrés qui sont répartis sur 19 espèces dont en :

Tableau 11 ! Résumé des espèces rencontrées dans les différents sites d'étude (n=1856 individus).

01	Grand cormoran avec 944 individus	10	Guifette Moustac avec 06 individus
02	Sterne royale avec 309 individus	11	Pélican Gris avec 05 individus
03	Guifette noire avec 190 individus	12	Pélican Blanc avec 04 individus
04	Goéland railleur avec 150 individus	13	Aigrette Garzette avec 03 individus
05	Milan noir avec 84 individus	14	Corbie Pie avec 03 individus
06	Héron gardeboeuf avec 65 individus	15	Grande Aigrette avec 02 individus
07	Cormoran africain avec 30 individus	16	Puffin du Cap-Vert avec 01 individu
08	Guifette leucoptère avec 14 individus	17	Labbe Parasite avec 01 individu
09	Océanite de Wilson avec 07 individus		