



**ÉTUDE :**  
**BRITTANY FERRIES**  
**2006 - 2007**





# Au sommaire

Contexte	3
Description des mesures	4
Analyse des résultats	5
Conclusions	6
Annexes	7

Meilleur carburant,  
meilleures performances.  
Meilleure combustion,  
meilleures émissions.  
**XBEE** : naturellement meilleur.



## Contexte

Au début des années 2000, l'OMI a mis en place des restrictions quant à la teneur en soufre des fiouls lourds à destination des navires. Le but de cette réglementation était de réduire les émissions d'oxydes de soufre à l'échappement.

C'est dans ce cadre que la Brittany Ferries s'est tournée vers la **Technologie des Enzymes XBEE** afin de mesurer son impact sur les émissions de gaz à effet de serre. Ce programme a consisté à mesurer les rejets atmosphériques sur le moteur principal n°4 du ferry *Mont Saint-Michel*.

La mission des mesures à proprement parler a été confiée au laboratoire Ascal. Celui-ci, devenu ensuite Kali'Air, était agréé par arrêté du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie et accrédité par le Cofrac (Comité français d'accréditation).

Toutes les campagnes de mesures ont eu lieu lors des traversées régulières du navire entre Ouistreham en France et Portsmouth au Royaume-Uni. La première campagne date du mercredi 11 octobre 2006 et a été effectuée sur le MP4, un moteur de marque MaK, modèle 6M43 de 5 400 kW alimenté en fioul lourd 380 BTS.

À compter du 13 octobre 2006, l'équipage a traité le carburant lors de chaque soutage au dosage recommandé de 1 litre de XBEE pour 4 m<sup>3</sup> de fioul. À noter que le navire avait été équipé en amont d'un pulvérisateur permettant de traiter le fioul lors de l'opération de bunkering avant son arrivée en soutes de stockage.

Les campagnes de mesures suivantes ont été effectuées respectivement les mercredis 8 novembre et 13 décembre 2006, ainsi que le jeudi 29 mars 2007, soit un mois, deux mois et cinq mois et demi après le début du traitement.



# Description des mesures

## 1 | Régime moteur

Lors de chaque campagne de mesure, le moteur a tourné entre 498 et 500 tours par minute sur un régime allant de 94,2 % à 90,7 %. En parallèle, l'on a relevé la puissance délivrée par le bloc des moteurs 3 et 4 en kWh/m.

## 2 | Paramètres mesurés

Le laboratoire Ascal a mesuré de nombreux paramètres :

- Température des fumées (°C)
- Débit moyen en mètre cube par heure (m<sup>3</sup>/h)
- Vitesse (rpm)
- Puissance (kWh/m)
- O<sub>2</sub> (%)
- CO<sub>2</sub> (%)
- SO<sub>2</sub> (mg/m<sup>3</sup>)
- Poussières (mg/m<sup>3</sup>)
- CO (ppmv et mg/m<sup>3</sup>)
- NO et NO<sub>x</sub> (ppmv et mg/m<sup>3</sup>)
- Composés Organiques Volatiles (COV) (ppmv et mg/m<sup>3</sup>)

# Analyse des résultats

Compte tenu des résultats mesurés par Ascal, nous pouvons constater que la **Technologie des Enzymes XBEE** contribue à réduire de manière significative les émissions de dioxyde de carbone, d'oxydes de soufre, d'oxydes d'azote et de poussières des moteurs HFO :

Paramètres	Sans XBEE	Moyenne avec XBEE	Diff.
Température (°C)	306	290	-5,23 %
Débit moyen (m <sup>3</sup> /h)	23 475	23 014	-1,96 %
Puissance délivrée (kWh/m)	8 427	8 319	-1,28 %
O <sub>2</sub> (%)	12,57	14,24	+13,28 %
CO <sub>2</sub> (%)	6,10	5,53	-9,33 %
Poussières (mg/m <sup>3</sup> )	121,70	63,94	-47,46 %
CO (mg/m <sup>3</sup> )	98,43	66,35	-32,59 %
NO <sub>x</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	2 310,33	2 221,90	-3,83 %
COVT (mg/m <sup>3</sup> )	41,17	33,45	-18,73 %

À noter que les mesures d'émissions de gaz ci-dessus ont d'abord été pondérées en fonction de la puissance délivrée sur le couple moteurs principaux 3 et 4. Puis, ces données ont ensuite été ramenées sur un facteur de 1 m<sup>3</sup> de gaz émis.

Voir le détail des données brutes et des calculs en annexes.

## Conclusions

À l'évidence, la **Technologie des Enzymes XBEE** a eu un impact fort sur la combustion du fioul lourd 380 à bord du ferry *Mont Saint-Michel*.

La réduction des émissions de monoxyde et de dioxydes de carbone, d'oxydes azote, de poussières et de composés organiques volatiles démontre une combustion plus complète et une réduction de la consommation de fioul.

L'on peut observer que les mesures faites en hiver, dont les conditions de mer sont les plus comparables les unes aux autres, sont celles qui montrent les meilleurs résultats : XBEE a permis, au bout de deux mois de traitement, de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de près de 10 %. Les émissions de NO<sub>x</sub> ont elles été réduites de près de 4 %.

CO<sub>2</sub>

-9,3 %

Poussières

-47,5 %

NO<sub>x</sub>

-3,8 %

La **Technologie des Enzymes XBEE** est partenaire du programme environnemental Green Marine Europe et permet aux armateurs d'améliorer les performances de leurs navires sur trois des huit indicateurs clés !



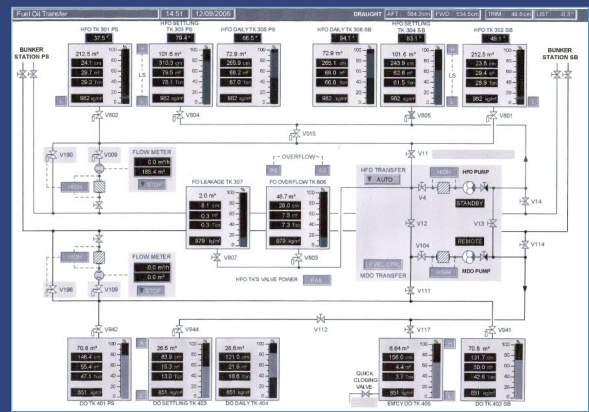
# Annexes

## Traitement du carburant

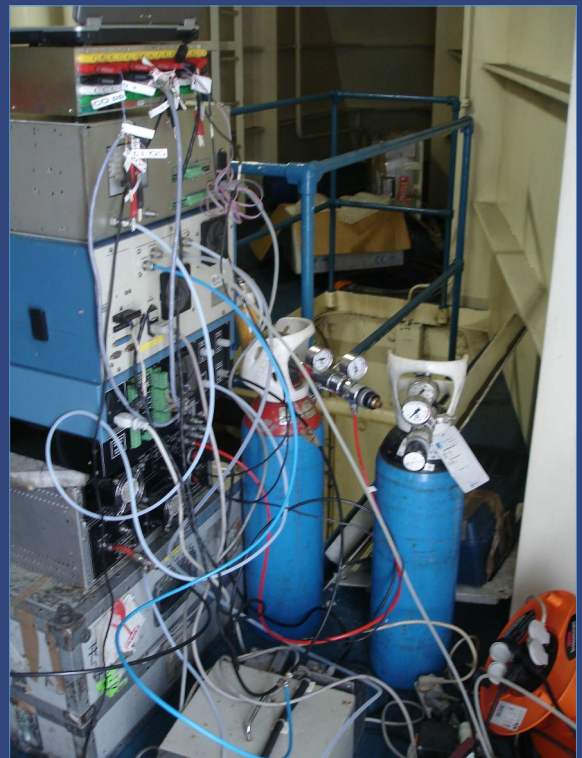
L'équipage technique a installé un pulvérisateur reliant le baril de XBEE à la ligne de soutage. Le paramètre-clé était de traiter chaque lot de carburant consommé par le navire durant la période d'évaluation, ce afin de nettoyer l'ensemble du système d'injection, à commencer par les soutes de stockage du fioul lourd HFO 380.

Caractéristiques du circuit carburant :

- Deux soutes de 212,5 m<sup>3</sup>
- Deux caisses de décantation de 101,6 m<sup>3</sup>
- Deux caisses journalières de 72,9 m<sup>3</sup>



# Mesures des émissions de GES





## Mesures complètes par ASCAL

1 / données brutes

2 / données pondérées  
sur la puissance

3 / données ramenées  
au m<sup>3</sup> de gaz émis

Analyse des données brutes du Mont Saint-Michel	Mesure I	Mesure II	Différence	Mesure III	Différence	Mesure IV	Différence	Moyennes		Différences vs I	
	11 oct. 20006	8 nov. 2006	II vs I	13 déc. 2006	III vs I	29 mar. 2007	IV vs I	II+III	II à IV	II+III	II à IV
Température (°C)	306.00	300.00	-1.96%	267.00	-12.75%	303.00	-0.98%	283.50	290.00	-7.35%	-5.23%
Durée des essais (mn)	30.00	30.00		30.00		30.00		30.00	30.00		
Débit moyen en m3/h sur humide	23475.00	23476.00	0.00%	23146.00	-1.40%	22421.00	-4.49%	23311.00	23014.33	-0.70%	-1.96%
Puissance délivrée MP3 + MP4 en kWh/m*	8427.00	8268.00	-1.89%	8140.00	-3.41%	8549.00	1.45%	8204.00	8319.00	-2.65%	-1.28%
Tours par minute	499.00	500.00	0.20%	498.00	-0.20%	498.00	-0.20%	499.00	498.67	0.00%	-0.07%
Régime moteur	94.20%	92.40%	-1.91%	90.70%	-3.72%	90.70%	-3.72%	91.55%	91.27%	-2.81%	-3.11%
Oxygène moyen (O2) en %, sur sec	12.57	14.00	11.41%	14.70	16.98%	12.60	0.27%	14.35	13.77	14.19%	9.55%
Dioxyde de carbone (CO2) en %, sur sec	6.10	5.60	-8.20%	4.67	-23.50%	5.80	-4.92%	5.13	5.36	-15.85%	-12.20%
<b>Poussières</b>											
Au filtre (mg/m3, sur sec)	77.20	51.10	-33.81%	53.33	-30.92%	48.83	-36.74%	52.22	51.09	-32.36%	-33.82%
Au rinçage (mg/m3, sur sec)	44.50	10.50	-76.40%	10.37	-76.70%	11.40	-74.38%	10.43	10.76	-76.55%	-75.83%
Totales (mg/m3, sur sec)	121.70	61.60	-49.38%	63.70	-47.66%	60.23	-50.51%	62.65	61.84	-48.52%	-49.18%
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>											
Concentration (ppmv, sur sec)	78.73	55.73	-29.21%	44.93	-42.93%	53.53	-32.01%	50.33	51.40	-36.07%	-34.72%
Concentration (mg/m3, sur sec)	98.43	69.67	-29.22%	56.20	-42.91%	66.90	-32.04%	62.93	64.26	-36.07%	-34.72%
<b>Oxydes d'azote (Nox)</b>											
Concentration NO (ppmv, sur sec)	1093.67	1073.00	-1.89%	825.67	-24.50%	1148.67	5.03%	949.33	1015.78	-13.20%	-7.12%
Concentration NO (mg/m³, sur sec)	1464.67	1437.00	-1.89%	1106.00	-24.49%	1538.00	5.01%	1271.50	1360.33	-13.19%	-7.12%
Concentration Nox (ppmv, sur sec)	1124.67	1119.67	-0.44%	850.67	-24.36%	1173.67	4.36%	985.17	1048.00	-12.40%	-6.82%
Concentration Nox (mg/m³, sur sec)	2310.33	2300.00	-0.45%	1746.67	-24.40%	2410.33	4.33%	2023.33	2152.33	-12.42%	-6.84%
<b>Composés organiques volatiles totaux (COVT)</b>											
Concentration en CH4 (ppmv, sur humide)	<9	<9		<9		<9					
Concentration en CH4 (mg/m3, sur humide)	<5	<5		<5		<5					
Concentration en COV (ppmv, sur humide)	76.87	71.33	-7.20%	59.70	-22.33%	59.70	-22.33%	65.52	63.58	-14.77%	-17.29%
Concentration en COV (mg/m3, sur humide)	41.17	38.23	-7.13%	24.40	-40.73%	34.67	-15.79%	31.32	32.43	-23.93%	-21.21%

**Analyse des données du Mont Saint-Michel  
pondérées sur la puissance délivrée**

	Mesure I	Mesure II	Différence	Mesure III	Différence	Mesure IV	Différence	Moyennes		Différences vs I	
	11 oct. 2006	8 nov. 2006	II vs I	13 déc. 2006	III vs I	29 mar. 2007	IV vs I	II+III	II à IV	II+III	II à IV
Température (°C)	306.00	300.00	-1.96%	267.00	-12.75%	303.00	-0.98%	283.50	290.00	-7.35%	-5.23%
Durée des essais (mn)	30.00	30.00		30.00		30.00		30.00	30.00		
Débit moyen en m3/h sur humide	23475.00	23476.00	0.00%	23146.00	-1.40%	22421.00	-4.49%	23311.00	23014.33	-0.70%	-1.96%
Puissance délivrée MP3 + MP4 en kWh/m*	8427.00	8268.00	-1.89%	8140.00	-3.41%	8549.00	1.45%	8204.00	8319.00	-2.65%	-1.28%
Tours par minute	499.00	500.00	0.20%	498.00	-0.20%	498.00	-0.20%	499.00	498.67	0.00%	-0.07%
Régime moteur	94.20%	92.40%	-1.91%	90.70%	-3.72%	90.70%	-3.72%	91.55%	91.27%	-2.81%	-3.11%
Oxygène moyen (O2) en %, sur sec	12.57	14.27	13.55%	15.22	21.10%	12.42	-1.17%	14.74	13.97	17.32%	11.16%
Dioxyde de carbone (CO2) en %, sur sec	6.10	5.71	-6.43%	4.83	-20.80%	5.72	-6.27%	5.27	5.42	-13.62%	-11.17%
<b>Poussières</b>											
Au filtre (mg/m3, sur sec)	77.20	52.08	-32.54%	55.21	-28.48%	48.14	-37.65%	53.65	51.81	-30.51%	-32.89%
Au rinçage (mg/m3, sur sec)	44.50	10.70	-75.95%	10.73	-75.88%	11.24	-74.75%	10.72	10.89	-75.92%	-75.53%
Totales (mg/m3, sur sec)	121.70	62.78	-48.41%	65.95	-45.81%	59.37	-51.21%	64.37	62.70	-47.11%	-48.48%
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>											
Concentration (ppmv, sur sec)	78.73	56.81	-27.85%	46.52	-40.92%	52.77	-32.98%	51.66	52.03	-34.38%	-33.92%
Concentration (mg/m3, sur sec)	98.43	71.01	-27.86%	58.18	-40.89%	65.95	-33.01%	64.59	65.04	-34.38%	-33.92%
<b>Oxydes d'azote (Nox)</b>											
Concentration NO (ppmv, sur sec)	1093.67	1093.63	0.00%	854.78	-21.84%	1132.27	3.53%	974.21	1026.90	-10.92%	-6.11%
Concentration NO (mg/m3, sur sec)	1464.67	1464.63	0.00%	1145.00	-21.83%	1516.05	3.51%	1304.81	1375.23	-10.91%	-6.11%
Concentration Nox (ppmv, sur sec)	1124.67	1141.20	1.47%	880.66	-21.70%	1156.92	2.87%	1010.93	1059.59	-10.11%	-5.79%
Concentration Nox (mg/m3, sur sec)	2310.33	2344.23	1.47%	1808.25	-21.73%	2375.94	2.84%	2076.24	2176.14	-10.13%	-5.81%
<b>Composés organiques volatiles totaux (COVT)</b>											
Concentration en CH4 (ppmv, sur humide)	<9	<9		<9		<9					
Concentration en CH4 (mg/m3, sur humide)	<5	<5		<5		<5					
Concentration en COV (ppmv, sur humide)	76.87	72.71	-5.41%	61.80	-19.59%	58.85	-23.44%	67.26	64.45	-12.50%	-16.15%
Concentration en COV (mg/m3, sur humide)	41.17	38.97	-5.34%	25.26	-38.64%	34.17	-16.99%	32.11	32.80	-21.99%	-20.32%

Les données des mesures II, III et IV sont pondérées sur la puissance délivrée par les moteurs principaux 3 et 4 lors de la mesure I :

Donnée gaz / puissance de la mesure x 8 427 kWh

**Analyse des données pondérées du Mont Saint-Michel ramenées sur 1 m<sup>3</sup> de gaz émis**

	Mesure I	Mesure II	Différence	Mesure III	Différence	Mesure IV	Différence	Moyennes		Différences vs I	
	11 oct. 2006	8 nov. 2006	II vs I	13 déc. 2006	III vs I	29 mar. 2007	IV vs I	II+III	II à IV	II+III	II à IV
Température (°C)	306.00	300.00	-1.96%	267.00	-12.75%	303.00	-0.98%	283.50	290.00	-7.35%	-5.23%
Durée des essais (mn)	30.00	30.00		30.00		30.00		30.00	30.00		
Débit moyen en m <sup>3</sup> /h sur humide	23475.00	23476.00	0.00%	23146.00	-1.40%	22421.00	-4.49%	23311.00	23014.33	-0.70%	-1.96%
Puissance délivrée MP3 + MP4 en kWh/m <sup>3</sup> *	8427.00	8268.00	-1.89%	8140.00	-3.41%	8549.00	1.45%	8204.00	8319.00	-2.65%	-1.28%
Tours par minute	499.00	500.00	0.20%	498.00	-0.20%	498.00	-0.20%	499.00	498.67	0.00%	-0.07%
Régime moteur	94.20%	92.40%	-1.91%	90.70%	-3.72%	90.70%	-3.72%	91.55%	91.27%	-2.81%	-3.11%
Oxygène moyen (O <sub>2</sub> ) en %, sur sec	12.57	14.27	13.54%	15.43	22.82%	13.00	3.48%	14.85	14.24	18.18%	13.28%
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ) en %, sur sec	6.10	5.71	-6.44%	4.90	-19.67%	5.99	-1.87%	5.30	5.53	-13.05%	-9.33%
<b>Poussières</b>											
Au filtre (mg/m <sup>3</sup> , sur sec)	77.20	52.08	-32.54%	56.00	-27.46%	50.40	-34.72%	54.04	52.83	-30.00%	-31.57%
Au rinçage (mg/m <sup>3</sup> , sur sec)	44.50	10.70	-75.95%	10.88	-75.54%	11.77	-73.56%	10.79	11.12	-75.75%	-75.02%
Totales (mg/m <sup>3</sup> , sur sec)	121.70	62.78	-48.41%	66.88	-45.04%	62.16	-48.92%	64.83	63.94	-46.73%	-47.46%
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>											
Concentration CO (ppmv, sur sec)	78.73	56.80	-27.85%	47.18	-40.08%	55.25	-29.83%	51.99	53.08	-33.97%	-32.59%
Concentration CO (mg/m <sup>3</sup> , sur sec)	98.43	71.00	-27.87%	59.01	-40.05%	69.05	-29.86%	65.01	66.35	-33.96%	-32.59%
<b>Oxydes d'azote (Nox)</b>											
Concentration NO (ppmv, sur sec)	1093.67	1093.59	-0.01%	866.93	-20.73%	1185.50	8.40%	980.26	1048.67	-10.37%	-4.11%
Concentration NO (mg/m <sup>3</sup> , sur sec)	1464.67	1464.57	-0.01%	1161.27	-20.71%	1587.32	8.37%	1312.92	1404.39	-10.36%	-4.12%
Concentration Nox (ppmv, sur sec)	1124.67	1141.15	1.47%	893.18	-20.58%	1211.30	7.70%	1017.16	1081.88	-9.56%	-3.80%
Concentration Nox (mg/m <sup>3</sup> , sur sec)	2310.33	2344.13	1.46%	1833.95	-20.62%	2487.63	7.67%	2089.04	2221.90	-9.58%	-3.83%
<b>Composés organiques volatiles totaux (COVT)</b>											
Concentration en CH <sub>4</sub> (ppmv, sur humide)	<9	<9		<9		<9					
Concentration en CH <sub>4</sub> (mg/m <sup>3</sup> , sur humide)	<5	<5		<5		<5					
Concentration en COV (ppmv, sur humide)	76.87	72.70	-5.42%	62.68	-18.45%	61.61	-19.84%	67.69	65.67	-11.93%	-14.57%
Concentration en COV (mg/m <sup>3</sup> , sur humide)	41.17	38.97	-5.34%	25.62	-37.77%	35.78	-13.09%	32.29	33.45	-21.56%	-18.73%

Les données des mesures II, III et IV sont pondérées sur la puissance délivrée par les moteurs principaux 3 et 4 lors de la mesure I :

Donnée gaz / puissance de la mesure x 8 427 kWh

Puis, elles sont ramenées à une valeur au m<sup>3</sup> :

Donnée gaz / débit moyen en m<sup>3</sup>/h x 23 475 m<sup>3</sup>



8, am Wapp  
3841 Schifflange  
Luxembourg

[serviceclient@xbee.fr](mailto:serviceclient@xbee.fr)  
+352 691 668900

**AVIS DE CONFIDENTIALITÉ :**  
Ce document contient des informations confidentielles et/ou privilégiées. Si vous n'êtes pas le destinataire prévu de ce document, nous vous avisons par la présente que tout usage, reproduction ou diffusion de ce document est strictement interdite. S'il vous a été transmis par erreur, veuillez contacter l'expéditeur et supprimer le document sans en conserver de copie.

[www.XBEE.fr](http://www.XBEE.fr)